

Geröllstudien in der subalpinen Molasse am Zugersee

und Versuch einer paläogeographischen
Auswertung

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde, vorgelegt der Philosophischen
Fakultät II der Universität Zürich

von

JOSEF SPECK
aus Zug

Begutachtet von
Prof. Dr. R. Staub

1953

Graphische Werkstätte Eberhard Kalt-Zehnder, Zug



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507227_0114

Geröllstudien in der subalpinen Molasse am Zugersee

und Versuch einer paläogeographischen
Auswertung

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde, vorgelegt der Philosophischen
Fakultät II der Universität Zürich

von

JOSEF SPECK

aus Zug

Begutachtet von

Prof. Dr. R. Staub

1953



Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit

I N H A L T

Vorwort	1
-------------------	---

Einleitung

1. Problemstellung und Zielsetzung	3
2. Die Nagelfluhhorizonte der subalpinen Molasse im Querschnitt des Zugersees	4
3. Gliederung des Stoffes	5

I. Teil: Die Untersuchungsmethoden

I. Die mechanische Analyse	7
1. Geröllmessung und Intervallbildung	7
2. Das Riesengeröll von Vitznau als Beispiel für extreme Transportbedingungen	8
3. Rundung	12
4. Form	15
II. Die petrographische Analyse	15
1. Qualitative Untersuchung	15
2. Quantitative Untersuchung	17
3. Geschichtliche Rückschau über die Heimatdeutung der Nagelfluhgerölle	18

II. Teil: Die Nagelfluh der Baarburg (Torton)

I. Auftreten und stratigraphische Stellung	20
II. Quantitative Zusammensetzung	22
III. Qualitative Bemerkungen	22
1. Das Kristallin	22
A. Die sauren Eruptiva	23
B. Die basischen Eruptiva (Ophiolithe)	24
a) Geröllbesprechung	24
b) Zur zeitlichen Verbreitung der Ophiolithe in der zentral- und ostschweizerischen Nagelfluh	28
c) Die Heimat der tortonen Ophiolithgerölle: Gründe gegen mittel- oder tiefpenninische Abkunft	30
d) Die Verbreitung zu den Ophiolithen der Plattadecke	30
e) Die Verbreitung der Variolit-Split-Fazies im penninisch-ostalpinen Grenzraum	31
f) Zusammenfassung	32
2. Die Sedimente	32
A. Ostalpine Fazies (exkl. sichere Klippen und Falknisgerölle)	32
a) Permowerfénien	32
b) Trias	34
c) Jura und Kreide	35
B. Präalpine Fazies	36
a) Klippenmalm	36
b) Falknis-Malm	40
c) Falknis-Urgon (Tristeltypus)	40
d) Falknis-Gault	40
e) Couches rouges (Oberkreide)	40
C. Helvetikum (inkl. südhelvetisch-nordpenninischer Flysch)	41
a) Urgon	42
b) Seewerkalk (Cenoman-Turon)	48
c) Südhelvetisch-nordpenninischer Flysch	50
3. Zusammenfassung	57

III. Teil: Helvet- und Aquitannagelfluh

I. Helvetnagelfluh	59
1. Quantitative Zusammensetzung	60
2. Qualitative Bemerkungen	60
II. Hohronennagelfluh (Aquitane)	62

IV. Teil: Die Bunte Reginagelfluh

I. Vormerkungen	64
II. Altersstellung	64
III. Quantitative Ergebnisse	65
IV. Qualitative Beobachtungen	68
1. Kristallines Grundgebirge	68
A. Rote Granite	68
B. Quarzporphyre	69
C. Metamorphes Kristallin	70
D. Rote Granitbrekzien	71
E. Milchquarze	72
F. Marmore	73
G. Gesamtdeutung des Kristallins	73
H. Verwandtschaftliche Beziehungen und Herkunft	73
a) Granite	73
b) Quarzporphyre	76
c) Gneise und Glimmerschiefer	76
J. Zusammenfassung	77
2. Junge Eruptiva: Ophiolithe	77
3. Trias	78
A. Werfénien	78
B. Anis-Ladin	79
C. Nor	79
D. Rät	80
a) Kössener Schichten	80
b) Oberrät («Dachsteinkalk», «Ob. Dachsteinkalk»)	85
4. Jura	85
A. Lias-Dogger	85
a) Lias-Dogger in Kieselfazies (ohne Radiolarit)	85
b) Lias-Dogger in Kalkfazies («Adneth», «Hierlatz», «bunter Lias»)	86
c) Lias-Dogger in Mergelfazies (Fleckenmergelkalk)	89
B. Oberjura	92
a) Radiolarit (Callov?-Obermalm)	92
b) Aptychenkalk (Tithon-Neokom)	95
c) Klippenmalm	98
5. Kreide	100
A. Klippenneokom	100
B. Urgon (Zoogenes Barrême-Apt)	100
a) Tristelkalk-Typus (3 Gerölle)	100
b) «Schrattenkalk»-Typus	101
c) Zur Heimat der Urgongerölle der RRN	102
C. Seewerkalk	103
D. Konglomerate und Brekzien vom Typus «Mokausa»	104
a) Petrographische Merkmale	104
b) Die Altersstellung	109

c) Verbreitungsgebiet der Mokauserölle	109
d) Zum Heimatproblem der Mokauserkonglomerate	111
e) Zusammenfassung	114
E. Südhelvetisch-penninischer Oberkreideflysch	115
a) Gerölltypen	115
b) Fazieskonvergenzen	117
c) Herkunft	117
6. Tertiär	118
A. Gruppe der dunkelgrünen Oelquarzite	118
B. Schlierensandsteine	120
C. Nummuliten-Lithothamnienkalke	122
D. Taveyannazsandstein	123
7. Zusammenfassung für die bunte RNN	123
8. Alpiner Ausblick: Zur Stellung der Simmentaldecke im ostalpinen Querprofil	125

V. Teil: Übersicht über den oligo-miozänen Sedimentationsablauf im Sektor der Zentralschweiz	129
---	-----

VI. Teil: Zusammenfassung: Paläogeographisch-alpintektonische Ergebnisse

1. Aussagen zur alpinen Erosionsgeschichte	135
2. Aussagen zur alpinen Phasenfolge	136
3. Aussagen und Fixpunkte zum «Fahrplan» der alpinen Deckenschübe	136
4. Aussagen zum Kapitel Simmentaldecke	136
5. Rückschau und Ausblick	137

Anhang: Mikropaläontologische Miszellen

I. Vorbemerkungen	138
II. Algae	138
1. Chlorophyceae	138
<i>Globochaete alpina</i> AUG. LOMBARD	
<i>Acicularia</i> sp.	
III. Foraminifera	142
1. Cadosinidae WANNER 1940	142
<i>Cadosina lapparenti</i> nom. nov.	
2. Lagenidae	144
<i>Frondicularia</i> sp.	
3. Ophthalmitidae	145
<i>Nautiloculina</i> MOHLER 1938	
<i>Trocholina</i> PAALZOW 1922 (= <i>Coscinoconus</i> LEUPOLD 1935)	
4. Rotaliidae	155
<i>Conicospirillina</i> sp.	
<i>Rotalia</i> sp. inc., ein «Pseudocoscinoconus» des Schrattekalkes	
5. Lituolidae	158
<i>Pseudocyclammia</i> ? sp.	
6. Orbitolinidae	159
<i>Orbitolinopsis</i> sp.	
7. Verneuilinidae	164
<i>Cuneolina</i> sp.	

IV. Problematica	165
Foraminifer oder Hydrozoenkolonie?	
Literaturverzeichnis	167
Nachtrag zum Literaturverzeichnis	175

Verzeichnis der Textabbildungen

Abb. 1	Vorschlag zur Abgrenzung und Benennung der Korngrößenklassen bei Nagelfluhauszählungen	7
Abb. 2	Einfluß des Gesteinsmaterials auf den Rundungsgrad der Nagelfluhgerölle	12
Abb. 3	Abhängigkeit der Rundungswerte vom Gesteinsmaterial	14
Abb. 4	Die tortone Schichtserie der Baarburg	20
Abb. 5	Diabasbrekzie. Nagelfluhgeröll Baarburg	27
Abb. 6	Tithonkalk. Nagelfluhgeröll Baarburg	38
Abb. 7	Sandfreier Urgonkalk. Nagelfluhgeröll Baarburg	44
Abb. 8	Geologische Skizze der Halbinsel Buenas (Zugersee-Westufer)	59
Abb. 9	Das «krystallinische» Randgebirge am Alpennordsaum in der Schweiz von B. STUDER	74
Abb. 10	Korallenkalk. Rigi-Roßbergnagelfluh	81
Abb. 11	Mokausakonglomerat. Rigi-Roßbergnagelfluh	105

Verzeichnis der Tafeln

Taf. 1	Übersicht über Stratigraphie, Bau und Geröllführung der subalpinen Molasse im Querschnitt des Zugersees
Taf. 2	Die geröllfreie «Zugerbucht» im Schüttungsschatten der beiden großen miozänen Schuttfächer Napf und Hörnli
Taf. 3	Ammonitenfauna und Lithologie der Fleckenmergelkalk-Gerölle in der Rigi-Roßbergnagelfluh
Taf. 4	Die Simmendecke
Taf. 5	Schematische Querprofile durch Molassevertiefe und alpines Rückland, entworfen unter Verwertung der paläogeographischen Aussagen der Geröllanalyse
Taf. 6	«Riesengeröll» aus der Bunten Riginagelfluh
Taf. 7	Fleckenmergelkalke mit Liasammoniten. Gerölle aus der Bunten Riginagelfluh
Taf. 8	Urgongerölle. Nagelfluh Baarburg
Taf. 9—12.	Dünnschliff-Fotos zum mikropaläontologischen Anhang (Fig. 1—40)

Vorwort

Diese Arbeit begann mit dem geologischen Studium der subalpinen Molasse am unteren Zugersee und mit dem Bedürfnis, vertiefteren Einblick in die mutmaßliche Heimat der dabei beobachteten Nagelfluh-Gerölltypen zu erlangen. Dies Bestreben rief umfangreichen Sonderuntersuchungen und zog so immer weitere Kreise. Das hatte eine starke Ausweitung des ursprünglich für die Geröllanalyse vorgesehenen Raumes zur Folge. Es zeigte sich denn auch, daß es schwer hielt, stratigraphisch-tektonische Beobachtungen und geröllkundliche Ergebnisse umfangmäßig in einer Arbeit zu vereinigen. Um also im Rahmen erträglicher zu bleiben, beschloß ich, vom ursprünglichen Plan etwas abzuweichen und den zum Kernstück der Arbeit angewachsenen Geröllteil von allem übrigen geologischen Beiwerk zu befreien. Eine solche Entlastung der Arbeit war um so eher möglich, als die wichtigsten unterschiedenen Kapitel (vor allem Beiträge zur Fazieskunde und Paläontologie des «subalpinen» Miozäns) sich sehr wohl zur Sonderveröffentlichung eignen. Es besteht die Absicht, sie in loser Folge erscheinen zu lassen¹.

Zum Abschluß meiner Dissertation, und damit meines Geologiestudiums überhaupt, ist es mir ein Bedürfnis, all jenen Personen, die am Zustandekommen dieser Arbeit mit Rat und Tat mitgeholfen haben, zu danken.

In erster Linie gebührt mein Dank meinem verehrten Lehrer, Prof. Dr. R. STAUB. In verständnisvollem Entgegenkommen hat er mir meine engere zugerische Heimat als Arbeitsgebiet zugewiesen und in der endgültigen Ausgestaltung des Themas freie Hand gelassen. Und wenn, wie ich gerne hoffe, die vorliegende Studie ihren Zweck im Sinne eines bescheidenen Beitrages zum komplexen Heimatproblem der Molasse-nagelfluh erfüllen kann, so danke ich es wieder in erster Linie seiner wissenschaftlichen Führung. War er es doch, der mich erst recht eigentlich in geologisches Denken eingeführt und mit den gebräuchlichen Arbeitsmethoden vertraut gemacht hat.

In Dankbarkeit verbunden bin ich weiter Prof. Dr. A. JEANNET. Er hat keine Mühe gescheut, um mir bei der Beschaffung seltener Literatur zu helfen und bei der nicht immer dankbaren Bestimmung der spärlichen Makrofossilien an die Hand zu gehen. In allen Fragen, welche sich um Stratigraphie und Tektonik der präalpinen Decken drehten, durfte ich von ihm wertvolle und gedankenreiche Wegleitung erfahren.

¹ Eine erste Studie hat ein Vorkommen fossiler Blaualgenknollen zum Gegenstand und ist publiziert in den *Eclogae Geol. Helv.* 42, 1949 (vgl. Literaturverzeichnis unter SPECK 1949).

Besonderen Anteil an der Ausgestaltung vorliegender Arbeit hat sodann Prof. Dr. W. LEUPOLD. Er ist meinen Gedankengängen stets mit regem Interesse und wacher, aber wohlwollender Kritik gefolgt. In mikropaläontologischen und flyschstratigraphischen Belangen ließ er mich jederzeit uneigennützig teilnehmen an seinem reichen Wissen. Auch aus Diskussionen mit Prof. Dr. SUTER, einem trefflichen Kenner mittelländischer Molasse, zog ich manchen Gewinn.

Mein Dank gilt weiter dem Min.-Petr. Institut, vorab seinem Leiter, Prof. Dr. P. NIGGLI. Bei der Deutung kristalliner Geröll-Dünnschliffe standen mir Prof. Dr. C. BURRI und Prof. Dr. F. DE QUERVAIN mit wertvollem Ratschlag zur Seite. Nicht minder verpflichtet bin ich den Herren vom Zoologischen Museum, Prof. Dr. B. PEYER und P. D. Dr. KUHN, sowie dem Präparator, Herrn J. AICHINGER, der mit hoher Einfühlungsgabe und nie erlahmendem Eifer der Aufnahme der Mikrofotos oblag.

Anregungen mannigfacher Art verschaffte mir der Gedankenaustausch mit meinen Studienkameraden, besonders Dr. H. WEISS, Dr. P. NAENNY und Dr. W. B. ITEN, mit dem mich Bande langer Freundschaft verknüpfen.

Einer Reihe weiterer Helfer möge hier ebenfalls gedacht werden, man wird ihre Namen im entsprechenden Zusammenhang jeweils angeführt finden.

Die Gemeinnützige Gesellschaft des Kantons Zug, die neben sozialen auch kulturellen Belangen tatkräftige Unterstützung angedeihen läßt, hat die Drucklegung vorliegender Arbeit in verständnisvoller Weise unterstützt, wofür ich ihrem Präsidenten, Dr. W. E. ITEN, Zug, auch an dieser Stelle herzlichen Dank abstatten möchte.

Ferner ist mir von der Stiftung Dr. JOACHIM DE GIACOMI der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft ein Druckkostenzuschuß gewährt worden, der hier ebenfalls bestens verdankt sei.

Schließlich und vor allem aber danke ich meinem lieben Vater. Von der materiellen Seite ganz abgesehen, war es mir vergönnt, von ihm — dank einer über sechs Dezennien zurückreichenden Lokalkenntnis — manch wertvollen Hinweis entgegennehmen zu können. Dies hat mir meine Arbeit wesentlich erleichtert.*

* Die vorliegende Dissertation wurde im Juli 1948 von der phil. Fakultät II der Universität Zürich genehmigt. Umstandehalber erlitt die Drucklegung der Arbeit eine beträchtliche Verzögerung. Das wichtigste einschlägige Schrifttum ist zwar als «Nachtrag» im Literaturverzeichnis berücksichtigt, konnte aber nur ausnahmsweise noch mitverarbeitet werden.

Einleitung

1. Problemstellung und Zielsetzung

Um die Wende zwischen Rupel und Chatt setzt die Geröllausstrahlung vom alpinen Rückland in die Molassevertiefe in großem Maßstab ein, um mit wechselnder Intensität und Vorschüttungsweite durch das ganze Oligozän und Miozän anzuhalten. Als Nagelfluhfächer von mitunter gewaltiger Ausdehnung sind uns die Mündungsschuttkegel der Molasseflüsse erhalten geblieben. Ihre petrographische Untersuchung verspricht wichtige Erkenntnisse über Paläogeographie, Erosionsausmaß und Bewegungsabfolge im alpinen Rückland, genauere und feinere, als sie von Seiten der alpinen Tektonik und Stratigraphie je erwartet werden können.

Jede Nagelfluhbank mit ihren verschiedenen Geröllarten ist gleichsam ein «paläogeographisches und tektonisches Archiv», worin ein vielseitiges Urkundenmaterial von aktenmäßigen Belegen der Verwertung harret. Gelingt es, die Geröllurkunden einer Folge von Nagelfluhbänken richtig zu lesen, dann muß sich im Idealfall eine Vielzahl paläogeographischer «Momentbilder» des betr. Einzugsgebietes entwerfen lassen, deren Aneinanderreihung einen filmartigen Ablauf der alpinen Baugeschichte in jenem bestimmten Alpensektor ergeben würde.

Freilich kann der Geröllbestand der Nagelfluhen nicht kurzerhand mit der im Einzugsgebiet anstehenden Schichtfolge gleichgesetzt werden. Die Bildfolge, worin wir wie in einem Spiegel Werden und Vergehen des Alpengebirges mitzerleben hoffen, ist verzerrt durch mechanische Eingriffe, welchen die Gerölldokumente während ihres fluviatilen Transportes ausgesetzt waren. Dadurch ist die Anwesenheitsliste zugunsten der harten, widerstandsfähigen Gesteine verfälscht. Der Schichtenbestand des Einzugsgebietes ist unter völligem Ausfall oder doch starker Dezimierung aller transportempfindlichen Schichtglieder in die Nagelfluh der Vertiefe projiziert worden.

Trotz der grundlegenden Bedeutung für die zeitliche Einstufung der alpinen Bewegungsvorgänge steckt die systematische Gerölluntersuchung noch ganz in den Anfängen. Nichts ist bezeichnender dafür als die Tatsache, daß als Standardwerk über geröllkundliche Studien in der Molasse immer noch die Monographie von FRÜH zu gelten hat, eine Publikation, die vor mehr als 60 Jahren erschienen ist, also zu einer Zeit, da die klassische Erforschung der alpinen Tektonik und Stratigraphie noch gar nicht eingesetzt hatte. Während sich FRÜH noch damit begnügen konnte, die These von der alpinen Herkunft der Nagelfluhgerölle zu beweisen und auf eine solide Grundlage zu stellen, hat sich die Problemstellung seither radikal verschoben. Heute liegen die Hauptaufgaben der Geröllkunde unverkennbar auf alpinktektonischem Gebiet. Es gilt, durch systematische Ausdeutung der Dokumente, die uns die Nagelfluhen zur Verfügung stellen, eine Phasenfolge der alpinen Orogenese zu schaffen. Dazu fehlen aber die notwendigen Unterlagen

noch in sehr hohem Maße. Insbesondere sind wir von einer nur einigermaßen klaren Vorstellung über den Geröllbestand der subalpinen Nagelfluhfächer noch weit entfernt. Hier klaffen ganz erhebliche Lücken, die zu schließen eine unbedingte Forderung der Gegenwart bleiben muß.

Hier will die vorliegende Arbeit einsetzen. Ihr Ziel ist es, durch geröllkundliche Bearbeitung einiger ausgewählter Horizonte unser spärliches Wissen um die Nagelfluh der zentral-schweizerischen subalpinen Molasse zu vertiefen und damit einen weiteren Baustein zur Erkenntnis der paläogeographisch-baugeschichtlichen Vergangenheit auch dieses Alpensektors zu liefern.

2. Die Nagelfluhhorizonte der subalpinen Molasse im Querschnitt des Zugersees

Die subalpine Molasse des Zugerseegebietes, über deren Bau und Schichtfolge die Übersichtskarte² auf Taf. 1 Auskunft gibt, hat eine sehr wechselvolle Geröllzufuhr erfahren.

Während sie vom oberen Rupel bis zum mittleren Aquitan Schauplatz mächtiger Schuttkegelbildungen war (Rigi-Roßberg-Nagelfluh, Hohronen-Nagelfluh), bricht mit dem hohen Aquitan die Geröllschüttung aus dem eigenen Hinterland schlagartig ab, um sich nicht wieder zu erholen.

Das hat weitgehende Geröllfreiheit des Miozäns (Obere Meeresmolasse — OMM und Torton) zur Folge. Nur sporadisch dringen Geröllschübe von den miozänen Hauptschuttfächern (Napf im W, Hörnli im O) bis ins Zwischenschuttfächergebiet von Zug vor.

Das Burdigal zwischen Zug und Luzern und weit darüber hinaus ist — abgesehen vom Basiskonglomerat im Friedbach südlich Zug (T. A. 193, Koord. 681.85/223.33), das ein lokales Phänomen darzustellen scheint — völlig geröllfrei. Die marine Fazies hält bis gegen das zentrale Nagelfluhgebiet des Napfs an und wird erst an der Ilfis von fluviatil-lakustrischen Äquivalenten abgelöst (Taf. 2). Erst hoch in der Schichtfolge der OMM nimmt die Napfschüttung an Intensität schlagartig zu. Dieser ruckartige Geröllvorstoß des Napffächers, mit dem man vielfach das Helvet beginnen läßt, reicht bis an den Zugersee (Halbinsel Buonas, T. A. 192) heran und ist sogar am Ostufer (Kämistal ob Zug; Koord. 682.97/224.25) nochmals faßbar. Doch ebbt der Schüttungsimpuls sofort wieder ab. Die höheren Geröllschübe können sich, was seitliche Ausstrahlung anbetrifft, schon nicht mehr mit dem Basiskonglomerat messen und keilen bereits vor dem Zugersee aus. Im Torton zeigt die Napfschüttung weiterhin abklingende Tendenz.

Demgegenüber verhält sich der Hörnlfächer, soweit sich anhand der vorliegenden Unterlagen überschauen läßt, etwas abweichend. Dem Burdigal an der Sihl (Waldhalde, Koord. 689.92/225.63) und bei Bäch (ob. Zürichsee) fehlt noch jede Spur einer konglomeratischen Entwicklung. Erst jenseits des Zürichsees schalten sich burdigale Nagelfluhzüge ein. Im Helvet schiebt sich die Konglomeratfazies bis dicht an das Westufer des Sees heran (Insel Ufenau!). Der Schottervorstoß erreicht aber nicht das Ausmaß jenes des Napffächers. Erst im Torton erreicht die Hörnlschüttung ihre maximale Breitenentwicklung, wobei ihre westlichste Geröllvorhut bis gegen Baar ausschwärmt.

² Als Grundlagen dienten die Arbeiten von BUXTORF, HABICHT, KLEIBER, KOPP (auf welche für das älteste Schrifttum verwiesen wird), sowie eigene Beobachtungen im Raume des Zuger- und Ägerisees (SPECK 1943, 1945, 1946).

Im Zugerseegebiet lassen sich somit folgende Nagelfluhbildungen unterscheiden (Taf. 1):

- 1) Die Baarburg-Nagelfluh (Torton, zur Hörnlschüttung gehörige Einzelbank).
- 2) Die «Basisnagelfluh» des Helvets (in sichtbarem Zusammenhang mit dem zentralen Napffächer stehend).
- 3) Die Hohronen-Nagelfluh (aquitainer Schuttfächer).
- 4) Die Rigi-Roßberg-Nagelfluh (chattisch).

Die Besprechung von 1) und 4) bildet das Kernstück vorliegender Nagelfluhstudie, während 2) und 3) nur zur Abrundung des Gesamtbildes kurz in den Gang der Untersuchung einbezogen werden.

3. Gliederung des Stoffes

Der Arbeit ist folgende Gliederung zu Grunde gelegt:

Vorangestellt wird ein allgemeiner Teil, worin methodische Fragen zur Sprache kommen und einige Gesichtspunkte zur Geröllmechanik gestreift werden. Daran schließt die petrographisch-stratigraphische Sonderbesprechung der Gerölle aus vorerwähnten Nagelfluhbildungen mit alpin-paläogeographischer Zielsetzung. In einem Schlußkapitel ist der Versuch gewagt worden, die geröllkundlichen Ergebnisse in den größeren Gesichtspunkt der Sedimentations- und Baugeschichte der Molassevertiefe einzufügen, wobei auch das alpine Spätflyschstadium (Sandstein-Dachschiefergruppe) kurze Berücksichtigung erfahren hat. Eine Zusammenfassung ruft einige der erzielten Resultate nochmals in Erinnerung.

Um die Einheit und den umfangmäßigen Rahmen des Hauptteils nicht zu sehr zu gefährden, schien es angezeigt, ihn von ausführlicheren mikrofaunistischen Hinweisen zugunsten eines mikropaläontologischen «Anhangs» zu befreien. In ihm haben Problemstellungen und Nebenergebnisse, die aus dem Dünnschliffstudium der Sedimentgerölle herausgewachsen sind, Aufnahme gefunden.

Wenn im Verlaufe dieser Arbeit hin und wieder in die Diskussion um rein alpin-tektonische Fragestellungen eingegriffen wird, mag man das dem Leitmotiv zugute halten, das dieser Geröllstudie vorangestellt ist. In der Auffassung vom alpinen Deckenbau halte ich mich ganz an das Deckenschema, welches R. STAUB und seine Schule in den letzten Jahren entwickelt haben (vgl. STAUB 1934a, 1937a, 1937b, 1942). Mit den wichtigen flyschtektonischen Zusätzen von W. LEUPOLD (1933, 1937, 1938, 1942) versehen, darf es als die derzeit zuverlässigste Basis zur alpinogeologischen Auswertung der Molassegerölle betrachtet werden.

Wo, gestützt auf geröllanalytische Aussagen, von obiger Lehrmeinung abweichende Ansichten geäußert wurden (z. B. Verhältnis Simmendecke-Nördliche Kalkalpen, vgl. dazu aber Fußnote 91a, S. 128), unterbreite ich sie der Kritik von alpiner Warte aus, welcher sie wegen ihrer Tragweite dringend bedürfen.

Hier seien noch einige kurze Bemerkungen zur Schreibweise der Orts- und Flurnamen angefügt. Im großen ganzen fand die offizielle Fassung der Siegfriedkarte (Überdruck des Kt. Zug 1937) Verwendung. In dieser Ausgabe sind bereits eine ganze Anzahl sinnentstellender «Verschriftdeutschungen» mit ihrer zwitterhaften Vermischung von Schriftsprache und Mundart von fachkundiger Hand ausgemerzt worden.

Nicht übernehmen möchte ich indessen die leichtfertige Schreibweise «Hohe Rone» für den waldigen Höhenzug zwischen Lorze und Sihl, und zwar im Hinblick auf die wichtige, namentgebende Rolle, welche diesem Bergrücken für Tektonik und Stratigraphie der subalpinen Molasse zukommt. Maßgebend für die Schreibung muß die Mundart sein. Nun sagt der bodenständige Zuger «d'hoh Rone». In «Rone» aber steckt die Flexionsform «Ronen», ein erstarrter örtlicher Dativ des ahd. Wortes *rono* → *rone*, der *Ron*³. Die im Zugerischen übliche weibliche Form beruht auf einer falschen Anlehnung des nicht mehr verstandenen Wortes an das weibliche Geschlecht. In der Tat verwendet die sprachlich recht zuverlässige Karte von H. C. GYGER 1667 — das früheste Kartenwerk, auf dem unsere Gegend zur Darstellung kam — die Fügung «Auf dem hohen Rohnen». Der eigenwillige Sprung des Adjektivs vom volkstümlichen «hoch» zum schriftsprachlichen «hohe(r)» datiert nicht aus neuester Zeit. Schon H. C. ESCHER VON DER LINTH und später HEER 1857 und KAUFMANN 1860 reden stets vom «Hohen Rhonen». Das Dehnungszeichen *h* im Inlaut, wie es in älteren geologischen Arbeiten Verwendung findet, ist wertlos, denn das *o* ist kurz. Auch die Spielart *rh-on* ist unbegründet. Wir gebrauchen also im folgenden stets die Wendung «der Hoh Ronen», in Zusammensetzungen z. B. «die Hohronen-Nagelfluh» usw.

Sprachlich unhaltbar ist weiter die Bezeichnung «Lorzetobel», wie sie sich seit ALB. HEIM und R. FREI 1912 im geologischen Schrifttum festgesetzt hat. «Lorze» ist Nominativform, die zusammengesetzten Wörter verlangen die Beugungsform «Lorzen-». Einzig richtig ist also das ortsübliche Lorzentobel.

Schließlich verlangt auch der alte Streit, ob man *der* oder *die* Rigi sage, kurz unsere Stellungnahme. Sie ist vermittelnd. Mögen die einen den berühmten Berg ruhig weiterhin mehr mit männlichen, die anderen mehr mit weiblichen Empfindungen betrachten. Beide Bezeichnungen sind im Volksmund lebendig, wobei immerhin zu sagen ist, daß die unmittelbaren Anwohner «die Rigi» sagen. In Arth und noch in Walchwil geht man «uf d'Rigi», in Zug aber seit Menschengedenken ebenso konsequent «uf de Rigi». Dr. G. SALADIN gibt für diesen geschlechtlichen Dualismus folgende ansprechende Erklärung (frdl. mündl. Mitteil.): Die Rigi, bodenständige Lautform «d'Rigi», stellt eine neuere Einzahlform dar zur ursprünglichen Dativmehrzahlform «In den Riginen» (= Grasbändern). Das sich immer mehr Geltung verschaffende männliche Geschlecht «der Rigi» ist vom Gattungsbegriff Berg auf das später nicht mehr verstandene Wort übertragen worden. In Übereinstimmung mit meiner heimatlichen Mundart halte ich mich an die logisch richtige, historisch aber nicht ganz einwandfreie Form «*der* Rigi».

³ Das Wort bedeutet soviel wie «gefällter Baumstamm, durch Wind gebrochenes und geworfenes Holz, Windwurf» (vgl. Schwzd. W. B., Bd. 6, 1014/15). Heute ist es im zugerischen Sprachgut nur noch der älteren Generation geläufig und bezeichnet mit leichtem Bedeutungswandel vermodernde Stämme, die beim Torfstich angetroffen werden (vgl. auch Anm. bei HÖHN 1934, S. 23). — Für frdl. Rat und fachmännische Belehrung bin ich den Herren Dr. G. SALADIN, vom Schweizerdeutschen Wörterbuch, und Pfarrer A. ITEN, Risch, sehr zu Dank verpflichtet.

I. Teil

Die Untersuchungsmethoden

Systematische Gerölluntersuchungen, wie sie zuerst an rezenten und diluvialen Schottern entwickelt und ausgebaut wurden, sind in den letzten Jahren in steigendem Maße auch zur Charakterisierung der Nagelfluh herangezogen worden. Während die mechanische Analyse sich mehr um die Genese und die Entwirrung der Transportgesetze bemüht, verfolgt die petrographische Analyse eine möglichst vollständige Erfassung des Geröllbestandes, um Rückschlüsse stratigraphischer und paläogeographischer Natur daraus zu ziehen. Beide Verfahren haben, wenn möglich, nicht nur qualitativ, sondern quantitativ zu erfolgen.

I. Die mechanische Analyse

Sie gibt Aufschluß über Größe, Form, Rundungsverhältnisse usw. und sucht auf diesem Wege zu einem Gesamtbilde über die Entstehungsumstände (Transportart, Medium, Frachtweite) zu gelangen.

Es kann an dieser Stelle nicht der Ort sein, auf den weitschichtigen Stoff näher einzutreten, um so mehr als das Schwergewicht meiner Nagelfluhuntersuchungen auf petrographisch-stratigraphischem Gebiete liegt. Ich greife hier lediglich die eine oder andere Teilfrage heraus, zu der ich unter Blickrichtung auf die subalpine Molasse etwas bemerken möchte.

1. Gerölmessung und Intervallbildung

Im Gegensatz zu den bloß qualitativen und gefühlsmäßig stark beeinflussten Feststellungen über die Geröllgröße hat TANNER (1944) den Weg zur quantitativen Korngrößen-Analyse gewiesen. Zu diesem Zweck wird mit der Schublehre

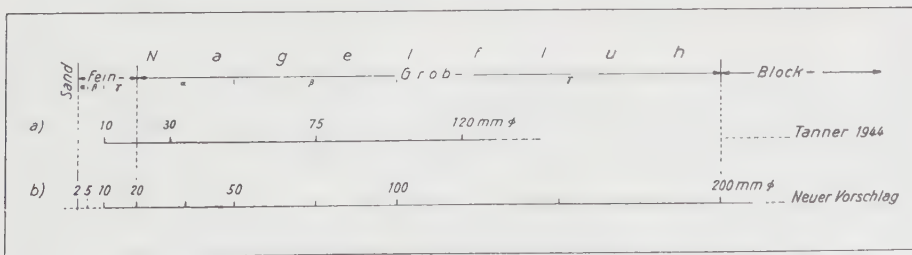


Abb. 1. Vorschlag zur Abgrenzung und Benennung der Korngrößen-Klassen bei Nagelfluhauszählungen (in Anlehnung an die Psephitklassifikation von P. NIGGLI 1935).

«Geröll um Geröll» gemäß den drei Achsen eines Ellipsoides ausgemessen und auf Grund der längsten Achse einer von vier **K o r n g r ö ß e n - K l a s s e n** zugeordnet, wobei die Grenzen der Intervalle folgendermaßen festgelegt sind: 30, 75, 120 mm (Abb. 1, a). Mit den gleichen Kategorien haben HABICHT (1945a) und FRASSON (1947) gearbeitet. Auch unsere Zählungen sind noch auf dieser Basis ausgeführt worden.

In Zukunft würde es sich aber doch empfehlen, auf die von P. NIGGLI (1935) vorgeschlagene Korngrößen-Einteilung der Psephite überzugehen, welche ohne wesentliche Modifizierung auch von CORRENS (1939) übernommen wurde (Abb. 1, b)⁴.

Die Vorteile liegen auf der Hand. Einerseits wird damit der Anschluß an die Sandfraktion, deren Bereich zwischen 0.02—2 mm liegt, sinngemäß vollzogen. Andererseits erfahren im NIGGLIschen Standardschema die kleineren Geröllgrößen, welche zahlenmäßig ja meist stärker vertreten sind, eine schärfere Unterteilung als das gröbere Material. Je nach Bedarf läßt sich die Skala verfeinern, ohne daß ihr Rückgrat deswegen aufgegeben werden muß. Der neue Vorschlag ist mit keinerlei Mehrarbeit verbunden, da ja nur die Größenzusammenfassung etwas anders zu erfolgen hat.

Die Berücksichtigung des Intervalles zwischen 10 und 2 mm ist für die petrographische Nagelfluhanalyse nicht unbedingt erforderlich. Zudem würde bei solch kleinen Korngrößen eine feinere Unterscheidung des Gesteinscharakters erhebliche Schwierigkeiten bereiten.

Liegt der Hauptakzent der Untersuchung aber auf geröllmechanischem Gebiet, dann muß unbedingt versucht werden, auch dieses Korngrößenintervall in den Untersuchungsangang einzugliedern, weil erfahrungsgemäß gerade hier wichtige Aufschlüsse über die Abrollungsgesetze der Nagelfluh zu erwarten sind. Die Bearbeitung der kleinen Geröllfraktionen kann dann im Anschluß an die Feldarbeiten im Laboratorium geschehen.

2. Das Riesengeröll von Vitznau als Beispiel für extreme Transportbedingungen

Für die Frage nach den Transportverhältnissen (Transportweg, Schleppkraft usw.) sind Erhebungen über die «jeweils größten» Gerölle einer Nagelfluh von besonderem Wert. Sie erlauben Rückschlüsse auf extreme Zustände sowie relative Nähe oder Ferne des eine bestimmte Geröllart liefernden Heimatstreifens.

Es ist eine seit KAUFMANN immer wieder bestätigte Tatsache, daß weitaus die Mehrzahl der bekannt gewordenen «Blockgerölle» auf **Flyschgesteine** (Sandkalke und Sandsteine) entfallen. Auch für die eigentlichen «Riesenkonglomerate», deren mittlere Korngröße stark über dem normalen Durchschnitt liegt, hat die Regel Gültigkeit. Auf Grund neuester Studien (z. B. HABICHT 1945a) gibt sich als Heimat dieser Flyschgerölle immer deutlicher die südhelvetisch-penninische Flyschdecke zu erkennen. Deren heutige Alpenrandlage muß also grosso modo schon zu Beginn der Molassezeit bestanden haben.

Umgekehrt stehen die maximalen Kristallingrößen ganz deutlich hinter jenen der Sedimentgerölle zurück. Schon FRÜH (1888) hat deshalb die Existenz eines kristallinen Alpenrandgebirges, das in der STUDERSchen Hypothese vom «Vindelizischen Land» gefordert wurde, als im Widerspruch mit den Ergebnissen der Geröllforschung abgelehnt. Für südlichere

⁴ Eine Diskussion der theoretischen Grundlagen findet sich bei NIGGLI 1935.

Herkunft der kristallinen NagelfluhkompONENTEN spricht auch ihre durchschnittlich sehr gute Rundung.

Es ist im Grunde genommen genau das, was wir von alpinktonischer Warte aus fordern müssen. Die Flyschdecke LEUPOLDS (vgl. dessen Arbeiten 1937, 1938, 1942) bildete den primären Alpenrand; das Schwergewicht der kristallinliefernden Deckenkerne (Grisoniden, Tiroliden) lag, wie heute noch, weiter im Süden, gegen die Achse des Gebirges hin.

Auf ein bisher unbekanntes «Blockgeröll» von ganz enormen Ausmaßen sei in diesen Zusammenhang hingewiesen (Taf. 6). Es stammt aus der Riginagelfluh (Chatt) und reicht in seinen Dimensionen ganz bedenklich an die exotischen Blöcke im Wildflysch heran. Mit $3,7 \times 4,8$ m sichtbarer Achsenlänge und einem Rauminhalt von mindestens 75 m^3 stellt der Geröllkoloß alles in den Schatten, was die nordalpine Molasse diesbezüglich bisher geliefert hat⁵. Die Fundstelle⁶ findet sich direkt oberhalb der Mühlefluh bei Vitznau, auf der rechten Seite des Mühlebaches, dicht unterhalb der Brücke, über die der Pfad nach Gebetschwil hinaufführt (T. A. 208, Koord. 679.87/207.2). Hier ist in einem schmalen Felsriß, der mit dem vorherrschenden Kluftsystem übereinstimmt, der Geröllriese aufgeschlossen. Die Nagelfluh der unmittelbaren Umgebung erweist sich als «normal» grobgeröllig, führt viel Flyschgestein (worunter auch echte Mokauskonglomerate, s. S. 104) und hin und wieder rote Granite. Es handelt sich allem nach um ein hohes Niveau der Bunten Riginagelfluh, das der Schichthöhe nach etwa zwischen Rigi-Schild und Rigi-Dossen austreichen dürfte.

Zwei Momente verdienen Beachtung. Allem nach ist auch der dritte Durchmesser den beiden sichtbaren mehr oder minder gleichwertig, woraus sich eine im großen ganzen isometrische Form ableiten würde. Dann überrascht die auffallend hohe Rundung des Blockes. Weite Flächen sind regelrecht glatt geschliffen, und an den verbliebenen schwachen Kanten hält es schwer, überhaupt ein brauchbares Handstück zu schlagen. Wenn diese Glättung ursprünglich ist — und es fällt nicht leicht, dafür eine andere Erklärung beizubringen⁷ —, so dürfen wir darin eine schönes Gegenstück zu den Felsblöcken unserer Wildbäche erblicken, die bis zur Hochwassergrenze hinauf über und über zugeschliffen und glattgescheuert sind.

Eine nähere Untersuchung ergab wider alles Erwarten und im Widerspruch mit oberwählter Regel, daß der Riesenblock nicht aus «landläufigem» Flysch besteht, sondern aus einer eigentlichen Dolomitlekzie, die als bedeutsamste nichtdolomitische Komponente echten roten Radiolarit führt.

Mengenmäßig sind die Dolomite allerdings weitaus in der Übermacht. Es lassen sich nach Farbton und Korn verschiedene Typen auseinanderhalten, aber ihrer Herkunft nach dürfte

⁵ Nur der Flyschsandsteinblock in der Stampbachschlucht am Thunersee (BECK 1934, 578) im hangendsten Teil des chattiichen Blumenfächers und das dem Habitus nach gleichfalls zum Flysch gehörige Riesengeröll in der schwer zugänglichen Pfingstbodenwand — es hat bei HABICHT 1945a, S. 51, eine gute Abbildung erfahren — halten einen Vergleich einigermaßen aus.

In der südalpinen Molasse sind allerdings noch Gerölle weit größeren Kalibers keine Seltenheit. Im «Elveziano» der Colli Torinesi kennt man bis 10 m große Blöcke. Größter Wildbachschutt mit einem kantengerundeten Kristallinblock von $12 \times 8 \times 6$ m Durchmesser leitet das Miozän des SW-steirischen Tertiärs ein (Radelsberg; WINKLER 1929).

Eine gute Übersicht der in den einzelnen Nagelfluhfächern der subalpinen Molasse anzutreffenden Geröllmaxima gibt RENZ 1937b, S. 99.

⁶ Als deren Entdecker hat mein Studienkamerad Dr. H. BOLLI, Trinidad, zu gelten. Dr. F. RÖSLI, Luzern, bin ich für frdl. Auskunft und Hinweis auf die Fundstelle zu herzlichem Dank verpflichtet.

⁷ Außer die Rundung wäre subrezent erfolgt, indem der nahe Bach zeitweise die heute trockenliegende Kluft als Bett benutzt hätte.

es sich doch um eine Einheit handeln (Hauptdolomit?). Die groben Dolomitbrocken — 5—6 cm sind keine Seltenheit — zeigen so gut wie keine Rundung. Bei den feinsten Korngrößen hingegen läßt sich hin und wieder vollkommene Rundung feststellen.

In diese Dolomitgesellschaft spärlich eingestreut sind **rotbraune Radiolarite**, die (wie übrigens auch die Dolomite) von einem engmaschigen, kalzitischen Kluftnetz zertrümmert sind. Muschliger Bruch und hoher Glanz, wie ihn die eigentlichen Radiolaritgerölle der bunten Riginagelfluh besitzen (vgl. S. 92), geht ihnen völlig ab. Dagegen kommen die wasserklaren Durchschnitte der Radiolarien unter der Lupe sehr schön zur Geltung. Korngrößen unter 1 cm sind die Regel. Ausnahmsweise fand sich ein faustgroßer, vollkommen eckiger Brocken.

Kalke fehlen dem Gestein nicht ganz, sind aber noch seltener als Radiolarite und i. a. sehr schlecht erhalten, weil das umgebende Gestein sie unter Ausbildung von Drucksuturen stark angelöst hat. Lichtgraue oder leicht grünlich getönte Kalke mit Radiolarien erinnern in allen Teilen an die Aptychenkalke der Riginagelfluh (S. 95), dazu gesellen sich in je einem Exemplar krümeliger, brauner Schwammnadelkalk, dichter Kalk vom Typus Klippenmalm, rotgrau geflammter, kieseliger Radiolarienkalk und schließlich ein grauweißer, dichter Kalk mit leichtem Rotschimmer und muschligem Bruch, voll von Schwammnadeln und Radiolarien? (Lias?).

Das Bindemittel ist überaus spärlich, kalkig, völlig detritusfrei und rekristallisiert. Möglicherweise ist die starke Durchaderung aller Komponenten durch kaum sichtbare Kalzitklüfte dem Geröll erst auf sekundärer Lagerstätte aufgezwungen worden im Verlauf der tektonischen Ereignisse, die den ganzen Rigischuttfächer in Mitleidenschaft gezogen haben.

Das Dünnschliffbild zeigt in allen Stücken eine Bestätigung des makroskopischen Befundes:

Die dichten, dunklen Dolomite erweisen sich als völlig umkristallisiert mit fleckigem Pigment und zackiger Verzahnung der einzelnen Dolomitrhomboeder. In Übereinstimmung mit dem makroskopischen Bild ist die Grenze zwischen Komponenten und grobspätiger Zwischenmasse oft unscharf und verwischt. Gewisse Dolomite zeigen Ansätze zu krümeliger-feinkolitischer Entmischung. Sichere Anzeichen von Mikrofossilien waren nicht zu beobachten.

Wenn wir nach alpinen Analogien dieser Dolomitbrekzie Umschau halten, so fühlen wir uns in erster Linie an brekziösen ostalpinen Hauptdolomit erinnert. Triasalter fällt aber angesichts der Anwesenheit sicherer Radiolarite (Dogger-Malm) zum vornherein außer Betracht. Dann bleiben nach meiner Erfahrung für einen Vergleich eigentlich nur die Mokauskonglomerate übrig, die am Aufbau der Bunten Riginagelfluh ja maßgebenden Anteil nehmen und uns später noch eingehend beschäftigen werden (S. 104). Und zwar zeigen sich am meisten Berührungspunkte mit dem Typus der eigentlichen Dolomitzkonglomerate, denen die übrigen Charakterkomponenten des Mokausatyps (Radiolarit, Aptychenkalk) weitgehend fehlen und die gleichfalls brekziösen Habitus annehmen können. Zertrümmerung der Komponenten in solchem Ausmaß habe ich allerdings nie beobachten können, doch ist denkbar, daß das Riesengeröll angesichts seiner Dimensionen gegen tektonischen Druck besonders empfindlich war.

Mokauskonglomerate von hochgrisonider, wenn nicht gar tirolider Abkunft, in deren Variationsbreite unser Riesengeröll sehr wohl eingeordnet werden kann, haben in chattiischer Zeit im unmittelbaren Rückland des Rigi-Schuttfächers gelegen. Dieser Schluß, zu der uns das Studium der Mokausagehälle noch drängen wird, findet durch die Mokausa-Ähnlichkeit des Riesengerölles von Vitznau eine wertvolle Stütze. Denn es geht nun wirklich nicht an, für solche Großgerölle Ferntransport in Anspruch nehmen zu wollen.

Es ist meines Erachtens auch nicht nötig, zur Erklärung derartiger Blockgerölle teilweisen Transport durch Gletschereis zu fordern, wie es SACCO (1936) in einer geistreichen Hypothese für das Turiner Tertiär postuliert hat. Zudem gerät

man mit solchen Vorstellungen in krassen Gegensatz zu den bisherigen Ergebnissen der Paläoklimatologie⁸, was aber RENZ (1937b, S. 101) anscheinend nicht stört, die These von SACCO zu befürworten.

Es ließen sich zur Rechtfertigung der Glazialtheorie allerdings etwa klimatische Verhältnisse heranziehen, wie sie heute im Gebiet der insubrischen Täler, vor allem dem Bergell, herrschen, wo Gletscherzungen bis gegen die Region der Kastanienwälder herabreichen, ganz abgesehen vom vielgenannten Paradebeispiel Neuseelands, wo Gletscher mitten unter subtropischen Baumfarnen enden. Ob aber solche willkürlich herausgegriffene Bilder klimatischer Gegensätze die Bedenken der Paläobotanik und Paläozoologie zu zerstreuen vermögen, scheint mir fraglich.

Dazu kommt, daß uns die tertiären Alpen nach Anschauung maßgebender Forscher weniger als Hochgebirge, denn als tektonisch sehr aktives Mittelgebirge entgegentreten, also mit relativ bescheidenen Höhen, was der Vereisungstheorie weitere Schwierigkeiten entgegensetzt.

Und endlich spricht ja gerade die petrographische Einförmigkeit der Riesengerölle (Flyschsandsteine bis -sandkalke) — eine Regel, der sich, wie bemerkt, nur der Vitznauer Block als Ausnahme entzieht — nicht für glazialen Transport, weil die Blockfracht von Ferngletschern ein viel bunteres Aussehen aufweisen müßte. Ganz abgesehen davon, daß das «Flyschgebirge», aus dem der weitaus größte Teil der bekannten Riesengerölle stammt, nach all unseren Erfahrungen eine randalpine Lage einnahm (vgl. etwa Taf. 5), somit keine Eigenvergletscherung mehr besitzen konnte, womit ein etwa noch möglicher Einwand dahinfällt.

Zur Erklärung der Riesengerölle genügt es m. E. vollauf, wenn wir auch dem Unterlauf des Hauptflusses stetsfort groben und gröbsten Schutt zukommen lassen, sei es durch wildbachartige, steile Seitenrunsen, Murgänge oder direkten Niederbruch von den Gehängen. Bei Hochwasserfluten war dann der Hauptfluß sehr wohl imstande, sein Bett vom eingebrachten Grobschutt zu säubern und (nach Ausweis des Vitznauer Beispiels) selbst regelrechte Felsblöcke bis an den nahen Alpenrand hinauszutragen. Gletscher müssen deswegen ihre Hand noch lange nicht im Spiel gehabt haben⁹. Auch HABICHT (1945a, 137) glaubt für das Blockgeröll in der Pfingstbodenwand ohne Gletscher auskommen zu können.

Es ist klar, daß die «Urreiß» beim Austritt aus dem Gebirge in die Molasseebene bestrebt sein mußte, eine derartig schwere Fracht, wie es das beschriebene Riesengeröll darstellt, vor aller andern liegen zu lassen. Man wird also dessen Fundort — und dafür sprechen bei Vitznau tatsächlich auch andere Argumente — unweit von der ursprünglichen Wurzelspitze des Mündungsschuttkegels zu vermuten haben.

Auskolkungserscheinungen als Folge von Luvwalzen, wie sie an stauenden Hindernissen aufzutreten pflegen und gelegentlich auch in die fossile Urkunde übergegangen sind (z. B. HABICHT 1945a, S. 51, Fig. 8), konnten beim Vitznauer Geröll nicht nachgewiesen werden.

⁸ Besonderes Gehör verdient in dieser Frage auch die Stimme des Entomologen. Auf Grund genauer Revision des wichtigsten oligozänen Insektenmaterials Mitteleuropas spricht sich THEOBALD (1937, 445) dahin aus: «Dans l'ensemble le CLIMAT OLIGOCENE est un climat chaud et humide, dont la moyenne annuelle au niveau de la mer a dû être aux environs de 25° pour le sud de la France. On peut le comparer avec le climat du Sud de la Chine et même des Indes. Il y avait probablement des saisons de pluies présentant une certaine périodicité», Schlußfolgerungen, deren man sich bei der Diskussion um den weitflächigen Schütungsmechanismus der Nagelfluhen mit Vorteil erinnern wird.

⁹ Wie gewaltig die Transportkraft der Flüsse übrigens sein kann, lehrt ein von ARN. HEIM (1910, 34) zitiertes Beispiel aus Nordsumatra, wo nach H. HIRSCHI bis m³ große Granitblöcke «wahrscheinlich viel über 100 km» vom Anstehenden fluvial verschleppt worden sind.

3. Rundung

Daß Rundung und Form zweierlei Dinge sind und nicht, wie es immer noch geschieht, zusammengeworfen werden dürfen, bedarf nach den Ausführungen von ZINGG (1935) wohl keiner Erörterung mehr.

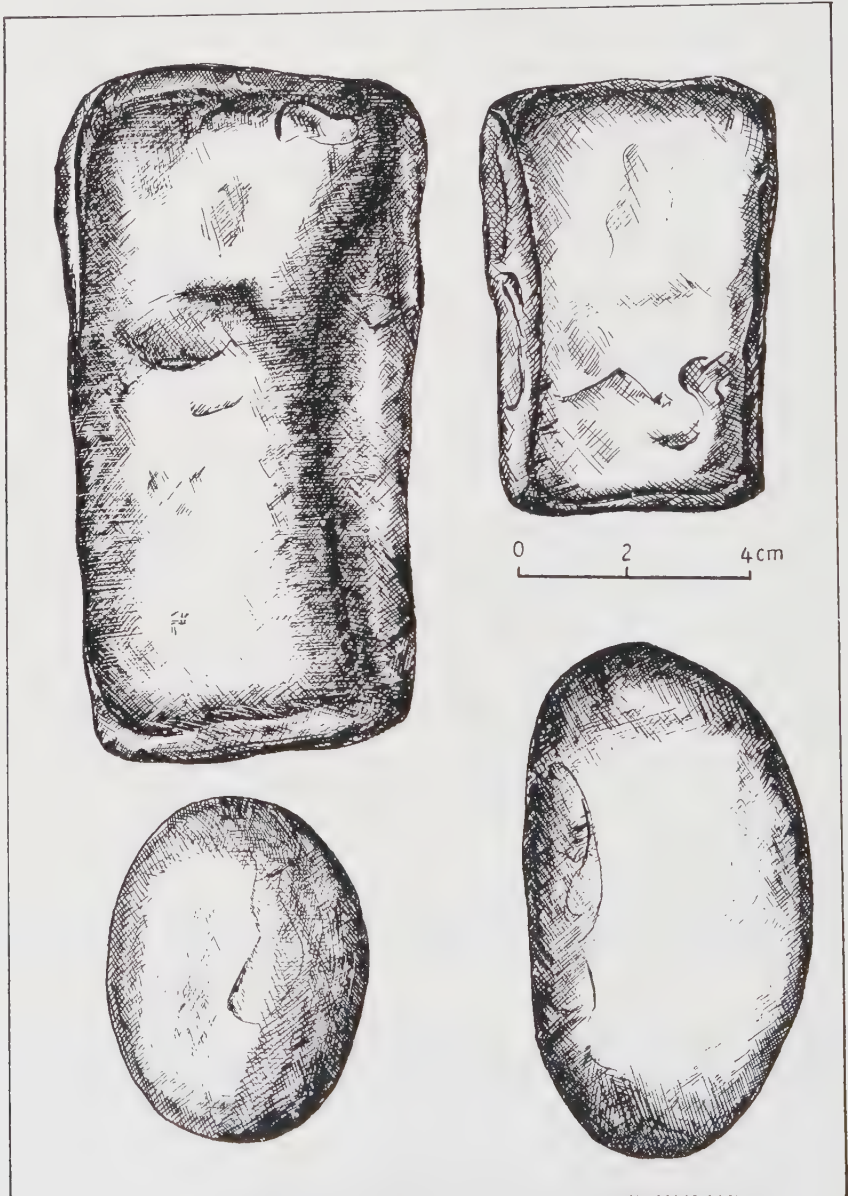


Abb. 2. Einfluß des Gesteinsmaterials auf den Rundungsgrad der Nagelfluhgerölle. Harte, spröde Ölquarzite (oben), feinkörnige, zähe Glimmerschiefer (unten). Bunte Reginagelfluh (Chatt). Vgl. auch Abb. 3.

Zur Bestimmung des Rundungsgrades von Nagelfluhgeröllen hat neuerdings die KRUMMBEINsche Methode Eingang gefunden (TANNER 1944, HABICHT 1945a, FRASSON 1947). Dabei werden die Gerölle mit Standardbildern von bekannter Rundung verglichen und ihnen auf Grund dieses Vergleiches ein bestimmter Rundungsgrad zugesprochen. Wenngleich das visuelle Verfahren nicht ganz frei von subjektivem Empfinden arbeitet, so ist es doch, wie mir eigene Erfahrung bestätigt, die einzige Methode, um solche Rundungsuntersuchungen ohne unverhältnismäßig großen Zeitaufwand durchzuführen.

Von den Rundungsverhältnissen sucht man auf die Natur des Sedimentationsvorganges und im besonderen auf die Länge des Transportweges zu schließen. Letzterer Rückschluß ist für die Nagelfluh, deren fluviatile Natur (wenigstens im Bereich der landfesten, «limnoterrestischen» Komplexe) außer Zweifel steht, von besonderer Bedeutung. Es zeigt sich aber immer mehr, daß die Gesteinsnatur auf die Rundung einen ausschlaggebenden Einfluß ausübt, der alle anderen Faktoren, vorab jenen der Weglänge, überschattet.

Wie sehr die Rundung von der individuellen Eigenart des transportierten Gesteins abhängt, kommt in anschaulicher Weise bei den dunkelgrünen Ölquarziten zur Geltung, die als Charakterkomponenten der Bunten Riginagelfluh zu gelten haben. Viele dieser Ölquarzite¹⁰ besitzen die Form regelrechter tetragonaler oder hexagonaler Säulen (Abb. 3) und erreichen mit bloßer Kanten- und Eckenverrundung sehr niedrige Werte im Sinne von KRUMMBEIN (4—5, vgl. Abb. 2 u. 3).

Wollte man schematisch die Gleichung: schlechte Abrollung = geringer Transportweg auf diesen Fall zur Anwendung bringen, müßte sich notwendigerweise ein Trugschluß ergeben. Denn es liegt kein zwingender Grund vor, diese Ölquarzite von den übrigen Flyschgesteinen (Sandkalke, Mergelkalke usw., die verhältnismäßig viel besser gerundet sind), was ihre Heimat anbetrifft, abzusondern. Die beträchtlichen Rundungsunterschiede sind lediglich gesteinsbedingt.

Weiterhin zeigt sich, daß die auffallende Form der abgebildeten Ölquarzite keine zufällige sein kann. An guten Stücken läßt sich direkt eine latente Klüftung nachweisen, die parallel zu den Geröllaußenflächen verläuft. Klüftung kann also Form bedingen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei einer anderen Charakterkomponente der Bunten Riginagelfluh, den Glimmerschiefern und Gneisquarziten (vgl. S. 70). Ihre Rundung ist vielfach vollkommen (Abb. 2 und 3), noch besser als die gleichfalls gute Rundung der roten Granite. Mit den hohen Rundungsgraden parallel gehen verhältnismäßig geringe Korngrößen, die deutlich unter dem Mittel des nichtmetamorphen Kristallins liegen.

Nun ist allerdings damit zu rechnen, daß das Rigikristallin in seiner Gesamtheit nicht dem gleichen Heimatstreifen wie der Flysch entstammt, sondern südlicherer Herkunft ist, weshalb gute Abrollung nicht weiter wunder nimmt. In diesem Fall sind wir offenbar im Recht, wenn wir von guter Rundung auf entsprechend weiteren Transportweg schließen. Bezeichnenderweise sind aber gewisse Quarzporphyre, welche die Glimmerschiefer begleiten und sich mit ihnen offenbar in die gleiche Heimat teilen, vielfach nur schlecht gerundet. Die Rundungsgrade innerhalb einer herkunftsmäßig einheitlichen Geröllgesellschaft sind also je nach den mechanischen Eigenschaften des Einzelgeröls oft recht verschieden.

Wenn aber die Gesteinsart auf die Rundung wirklich einen maßgebenden Einfluß hat, wird man den praktischen Wert von Rundungsmitteln schwerlich einsehen, die man für die einzelnen Korngrößenklassen, ja für die gesamte Zählung zieht (HABICHT 1945a, 156 f.).

¹⁰ Es gilt dies nicht allgemein. Es fand sich auch ein typisches Ölquarzitgeröll, das den Rundungsgrad 9 (nach KRUMMBEIN) aufwies.

Man erreicht dadurch lediglich, daß die feineren Unterschiede, die im Laufe mühsamer Einzelarbeit sich abzeichnen begannen, wieder verwischt werden. Selbst Durchschnittsrundungen für einzelne (zu weit gefaßte!) Gesteinsklassen (TANNER 1944, 77) sind eher von problematischem Wert, da unter solchen Sammelkategorien sich sehr unterschiedlich struierte und mechanisch gar nicht gleichwertige Gesteinstypen verbergen können.

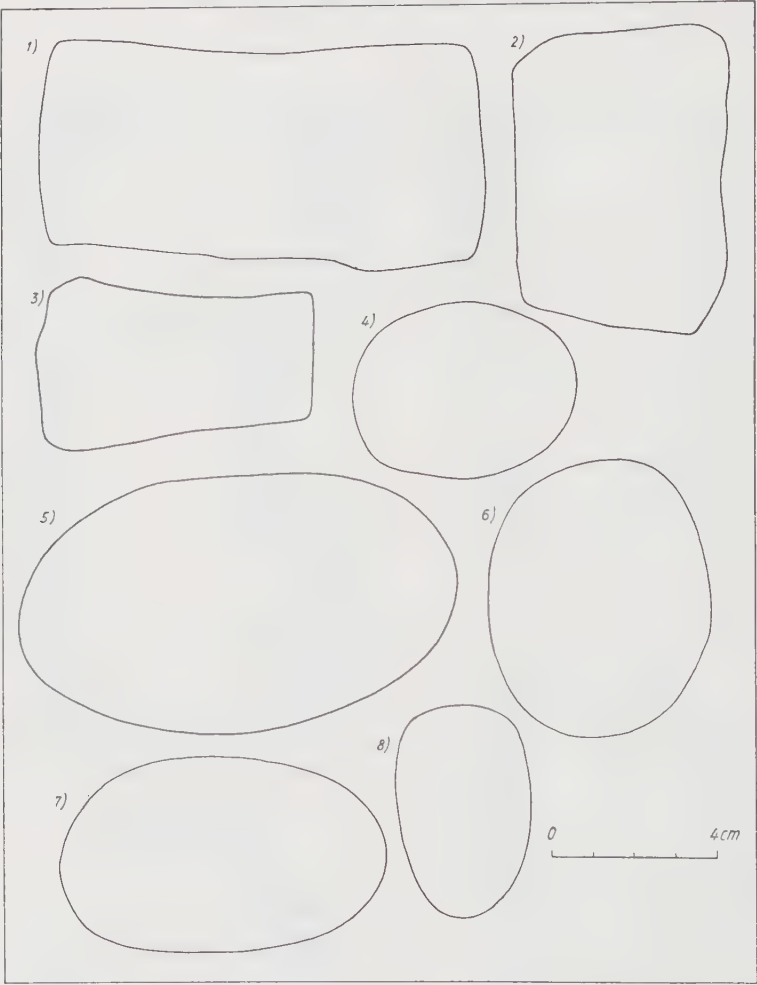


Abb. 3. Abhängigkeit der Rundungswerte vom Gesteinsmaterial. — 1, 2, 3: Ölquarzite der Bunten Riginagelfluh. Prismatische Spaltbarkeit bedingt stengelig-kugelige Formen mit extrem niedrigen Rundungswerten. 4, 5, 6, 7, 8: Stark geschieferte Glimmerschiefer. Vollkommene Rundung, kugelige bis flachstenglige Formen. Die entsprechenden Werte sind:

	Form (n. ZINGG)			Rundung (n. KRUMMBEIN)
	b/a	c/b		
1)	0.60	0.93	st.	4
2)	0.75	0.94	k.	4
3)	0.76	0.94	k.	4
4)	0.82	0.49	f.	9
5)	0.60	0.51	fst.	9
6)	0.86	0.70	k.	9
7)	0.60	0.66	fst.	9
8)	0.54	0.65	fst.	9

Hier sollte eine wesentliche Verfeinerung angestrebt werden in der Weise, daß Rundungsmittel für Komponenten der gleichen Gesteinsart (z. B. Liasfleckenkalke, rote Granite, Ölquarzite usw.) aufgestellt werden, um so die Transportgesetze der einzelnen Gesteinssorten zu erfassen.

Der Schluß vom mehr oder weniger guten Rundungsgrad auf relative Nähe oder Ferne des geröllliefernden Heimatstreifens ist also stets unter gewissen Einschränkungen anzuwenden.

4. Form

Seit ZINGG (1935) wird zur Form-Beschreibung eines Gerölles das Verhältnis der drei Hauptdurchmesser gebildet und 4 Formklassen unterschieden: kugelig, flach, stengelig und flachstengelig.

Auch für die Geröllform ist die Gesteinsnatur nicht ohne Bedeutung, wie sich an dem bereits anläßlich der Rundung gestreiften Beispiel der Ölquarzite anschaulich darlegen läßt.

Die harten, aber spröden Ölquarzite bringen «von Haus aus» eine latente Klüftung mit, die sie zu «Spaltformen nach dem Prisma» befähigen (Abb. 2). Werden sie während des fluviatilen Transportes auf Druck oder Stoß beansprucht, dann splintern die mechanisch gefährdeten Ölquarzite in «Tochtergerölle» von wiederum prismatischer Form auf, an denen die Rundung ihr Werk von neuem beginnen muß.

Gerölle vom Typus 2) und 3) der Abb. 3, die durch ihre Achsenverhältnisse schon unter die kugelige Formklasse fallen, sind lehrreiche Beispiele dafür, wie kugelige Form selbst mit extrem niedrigem Rundungswert zusammengehen kann.

Den Glimmerschiefern der Riginagelfluh, von deren äußerst guten Rundungswerten gleichfalls schon die Rede war, wird der Besitz vorwiegend flacher Form durch eine ausgesprochene Schieferung vorgeschrieben.

Ob auch im Falle der Molassenagelfluhen von der Form auf die Bewegungsart geschlossen werden kann, ist eine Fragestellung, die besonders im Zusammenhang mit den «fluviomarinen» Konglomerathorizonten der Ob. Meeresmolasse von praktischer Bedeutung ist.

II. Die petrographische Analyse

Die mechanische Schotteranalyse kann günstigenfalls Auskunft über die Bildungsweise der Nagelfluh geben. Geologische Fragestellungen können nur mit Hilfe der petrographischen Analyse in Angriff genommen werden. Auch sie kann rein qualitativ, besser aber in Verbindung mit Auszählungen (quantitativ) erfolgen. Ihre Aussage ist, wie einleitend dargelegt wurde, für jeden Versuch einer paläogeographisch-baugeschichtlichen Synthese der Alpen unentbehrlich.

1. Qualitative Untersuchung

Sie sollte sich prinzipiell nie mit bloßer Bestimmung der Gesteinsart begnügen (Echinodermenkalk, schwarzer, dichter Kalk usw.), sondern bis zu einer stratigraphischen Einstufung des Gerölles vorzudringen suchen.

Das ist meist nur unter Zuhilfenahme mikropaläontologischer Methoden möglich. Trotz der stürmischen Entwicklung dieses Wissensgebietes sind wir vom Ideal, alle Kleinlebewesen führenden Gerölle auf Grund ihres Dünnschliffbildes ihrem Alter nach festzulegen, noch weit entfernt.

Weitere petrographische Merkmale werden es in vielen Fällen ermöglichen, dazu noch die Zugehörigkeit zu einer bestimmten alpinen Fazies-Großzone (Helvetikum, Penninikum, Ostalpin) sicherzustellen.

Um ein Beispiel zu nennen: Es kann bei einem Kalk nicht gleichgültig sein, ob er als Nummulitenkalk aus helvetischem Tertiär, als Sandkalk aus penninischem Oberkreideflysch oder als Aptychenkalk aus ostalpinem Tithon-Neokom stammt.

Um die Herkunft eines Gerölles noch näher umschreiben zu können, bedarf es indessen ganz besonders günstiger Umstände. Sie sind dann verwirklicht, wenn es sich um eine charakteristische Gesteinsfazies handelt, die in ihrer räumlichen Verbreitung eng begrenzt ist. Solche Leitgerölle für fazielle Untertypen wären etwa: Taveyannaz- und Schlierensandstein, Einsiedler Nummulitenkalke, oberkretazische Flyschkonglomerate vom Typus Mokausa usw.

Vielfach lautet der Heimatschein derartiger Gerölle zugleich auf eine bestimmte tektonische Einheit, es sind dann Decken-Leitgerölle, die höchste Auszeichnung, welche die Geröllkunde zu vergeben hat. Das erstrebenswerte Ziel der petrographischen Analyse läuft also letzten Endes auf das Auffinden möglichst vieler solcher Deckenleitgerölle hinaus.

Stratigraphisch und herkunftsmäßig gleichwertige oder doch nahe verwandte Gerölle müssen zur praktischen Handhabung in Geröllgruppen (Hauptdolomit; Aptychenkalk; Radiolarit usw.) zusammengefaßt werden. Rein petrographische Gruppenbezeichnungen wie «dunkle Kalke, Quarzite» tragen nicht eben viel zu einer vertieften Kenntnis der betreffenden Nagelfluh bei. Unter solchen Sammelnamen können sich zeitlich und herkunftsmäßig sehr heterogene Gesellschaften verbergen. Es sollte also stets eine petrographisch-stratigraphische Gruppenbildung angestrebt werden, in der auch das Alter und die vermutliche Heimat der Gerölle gebührende Berücksichtigung erfährt.

Man wird sich mit Vorteil nicht auf ein starres Gruppenschema festlegen. Je nach dem Gesamtcharakter der zu untersuchenden Nagelfluh ist eine feinere oder gröbere Einteilung empfehlenswert. Wie unterschiedlich übrigens hier vorgegangen wird, zeigt die Gegenüberstellung dreier Zählungen aus der Bunten Riginagelfluh, die verschiedene Autoren zum Urheber haben (S. 66).

Vorbedingung einer guten Gruppenbildung ist genaue Kenntnis des Gesamtcharakters der betreffenden Nagelfluh im allgemeinen und der Variationsbreite der Hauptgerölle im besondern. Die mikroskopische Untersuchung hat denn auch zweckmäßig den Zählungen voranzugehen.

Hinsichtlich der anzuwendenden Untersuchungsmethode glaube ich folgendes Vorgehen empfehlen zu können:

Zuerst gilt es, sich über den Geröllbestand der Nagelfluh im Felde einen ersten Überblick zu verschaffen. Anscheinend verwandte Gesteinstypen sind zu (vorerst rein petrographischen) Gruppen zusammenzufassen. Die immer wiederkehrenden Charaktertypen der einzelnen Gruppen sowie aufschlußreiche Sondertypen werden für eine nähere Untersuchung unter dem Mikroskop vorgemerkt.

Als eine Art mikroskopische Voruntersuchung für sedimentäre Komponenten hat sich die Anschliffmethode recht gut bewährt. Dabei wird die benetzte Anschlifffläche unter dem Stereoskop-Binokular einer ersten Durchsicht auf Mikrofossilien unterzogen¹¹. Der Befund ist ausschlaggebend für die Herstellung von Dünnschliffen. Auf diese Weise ist es möglich, die Dünnschliffe so nutzbringend als möglich

¹¹ Als sehr vorteilhaft erwies sich Beleuchten mit einem starken Lichtkegel und (bei kalkigem Gestein) leichtes Anätzen mit HCl.

anzusetzen. Der endgültige Entscheid über die Altersstellung der Geröllgruppe und ihre eventuelle Heterogenität bleibt dann der mikropaläontologischen Aussage des Dünnschliffes vorbehalten.

Zählungen sollten logischerweise nicht am Anfang, sondern am Schlusse einer geröllkundlichen Arbeit vorgenommen werden.

In unserem Fall lag das Schwergewicht der mikroskopischen Untersuchung auf paläontologischem Gebiet. Zu Vergleichszwecken wurden die alpinen Dünnschliff-Bestände des Geol. Institutes ETH in ausgiebigem Maße herangezogen, insbesondere die weit über 1000 Exemplare umfassende Sammlung ESCHER-HESS. Diese erwies sich insofern als besonders wertvoll, als sie sehr viele Nagelfluhgerölle umfaßt und, was ihre alpine Komponente anbetrifft, speziell zum Nagelfluhstudium, also unter voller Berücksichtigung geröllkundlicher Bedürfnisse, angelegt wurde. In vielen Fällen war zudem noch das zugehörige Gesteinsbelegstück auffindbar.

Ein mikropaläontologischer Abschnitt, der als Nebenergebnis aus dem vergleichenden Geröllstudium herausgewachsen ist, wird dieser Arbeit als *Anhang* beigelegt (S. 138 ff.).

Was sich im Laufe unseres Bestimmungsganges immer wieder überaus nachteilig bemerkbar machte, war das Fehlen einer nach geröllanalytischen Gesichtspunkten aufgestellten, umfassenden *alpinen Vergleichssammlung*. Belegsammlungen alpiner Geologen sind für unsere Zwecke meist nur in beschränktem Umfang brauchbar, weil in ihnen meist nicht die normale Faziesentwicklung zur Abbildung kommt, sondern das Spezielle, Abnormale, Einzigartige auf Kosten des Alltäglichen, Typischen weit übervertreten ist.

2. Quantitative Untersuchung

Ihr Ziel gipfelt in der Ermittlung des *prozentualen Anteils* der verschiedenen Gesteinssorten am Aufbau der Gesamtnagelfluh. Die Bestandesaufnahme erfolgt in Form von *Auszählungen*.

Die dabei angewandte Methode ist zu bekannt, als daß auf sie noch näher eingegangen werden müßte (vgl. vor allem TANNER 1944). Ich kann mich deshalb mit wenigen Hinweisen begnügen.

Offenbar muß das Zählergebnis um so zuverlässiger werden, je mehr Gerölle von ein und demselben Ort zur Auszählung gelangen. Umgekehrt geht natürlich das Bestreben dahin, die einzelne Zählung ohne unverhältnismäßig großen Zeitaufwand durchzuführen. Es fragt sich also, *wieviele Gerölle im Minimum* auszählt werden müssen, um ein einwandfreies Ergebnis sicherzustellen.

TANNER hat die dazu notwendigen theoretischen Überlegungen angestellt und kommt zum Schluß, daß 200 Gerölle ausreichen, um konstante Werte zu erzielen. Auf dieser Grundlage haben HABICHT (1945a) und FRASSON (1947) gearbeitet.

Doch gehen die Ansichten in dieser Frage offenbar noch weit auseinander. ZEUNER (1933) z. B. erhielt bei praktischen Versuchen an diluvialen Schottern erst mit über 1000 Geröllen einigermaßen konstante Zahlenwerte und dies, obwohl er lediglich 4 petrographische Kategorien unterschied und sich auf die Korngröße 5—3 mm beschränkte.

Gesetzmäßige Änderungen im Geröllbestand können sich einmal in der *Horizontalen* (d. h. innerhalb ein und derselben Nagelfluhbank) oder in der *Vertikalen* (innerhalb aufeinanderfolgender Nagelfluhbänke) geltend machen. Letztere sind für den Molassegeologen von besonderem Interesse, weil sie für ihn, wie eingangs bemerkt, zu einem (wenn auch mehr oder minder stark verzerrten) Spiegelbild erosiver und tektonischer Vorgänge im Rückland werden. Vor allem müßte

eine profilmäßige quantitative Auswertung (Einsatz-Hauptverbreitung-Ausklang) von Deckenleitgeröllen¹² wesentliche Erkenntnisse über die alpine Baugeschichte liefern. Darin scheint mir, im Falle der Molasse wenigstens, eine wichtige und bisher nicht immer voll gewürdigte Aufgabe statistischer Gerölluntersuchungen zu liegen.

Es ist nun aber in den meisten Fällen so, daß die geröllkundlich «aufschlußreichen» Komponenten nur einen geringen Prozentsatz (meist unter 10, ja 5%!) des Gesamtbestandes der betreffenden Nagelfluh ausmachen. Will man aber das profilmäßige Verhalten solcher paläogeographisch bedeutsamer Typen verfolgen, scheint mir ein Zehlsatz von nur 200 Geröllen viel zu gering zu sein.

3. Geschichtliche Rückschau über die Heimatdeutung der Nagelfluhgerölle

Im Wechsel der Anschauungen um die Herkunft der Nagelfluhgerölle spiegelt sich ein guter Teil alpingeologischer Erkenntnisgeschichte wider. Der hier zur Verfügung stehende Raum verbietet, darauf näher einzutreten. Es seien lediglich die wichtigsten Etappen auf dem Wege der Einsicht in Erinnerung gebracht.

Von der heute so selbstverständlichen Tatsache südlicher Abkunft der Nagelfluh war man nicht seit altersher überzeugt. Zu Beginn der Molasseforschung bestand große Neigung, das Muttergestein der so verbreiteten roten Granite und Porphyre im Schwarzwald-Vogesen-Massiv zu suchen (De SAUSSURE 1796, STUDER 1825).

Erst nach und nach erkannte man, daß angesichts der bezeichnenden räumlichen Verteilung der Nagelfluh nur alpine Herkunft in Frage kommen könne (A. ESCHER VON DER LINTH 1847). Merkwürdig war allerdings die Tatsache, daß fast sämtliche Gesteinsarten der Nagelfluh den unmittelbar südlich anschließenden Kalkalpen und dem Aarmassiv fehlen, obwohl aus der zum Teil respektablen Größe der Gerölle auf nahe Herkunft geschlossen werden mußte. Dieses Dilemma schien bei der um jene Zeit herrschenden Auffassung von der autochthonen Natur der Alpen schlechthin unüberbrückbar.

Durch die scharfsinnige Hypothese von einem kristallinen «versunkenen Randgebirge» suchte B. STUDER der Schwierigkeiten Herr zu werden. Insbesondere hoffte er, dadurch für die Anwesenheit der «exotischen» roten Granite eine plausible Erklärung zu erbringen. In der «Geologie der Schweiz» (1853) hat er seiner Vorstellung auch bildlichen Ausdruck verliehen (vgl. die von uns übernommene Abb. 9 S. 74). Nach STUDER hätte ein rotgranitisches Vorgebirge die Südküste des Molassemeeres gebildet, das starken marinen Abtrag erfuhr, vom eigenen (Nagelfluh) Schutt weitgehend verhüllt, dann tektonisch versenkt und durch Überschiebungen vollends zugedeckt wurde. Als «Vindelicisches Gebirge» ist diese Theorie immer wieder aufgelebt und hat bis in die jüngste Zeit hinein ihre Anhänger gefunden (BALZER 1892, SCHMIDLE 1912, BERZ 1915, HARTMANN 1938).

ESCHER VON DER LINTH (1853, 1854) entging es indes nicht, daß die besten Gegenstücke vieler Sedimentgerölle der ostschweizerischen Nagelfluh (so etwa der Fleckenmergelkalke, der Dolomite und roten Hornsteine usw.) in den

¹² Beispielsweise der roten Granite und Mokauskonglomerate im Falle der Bunten Rigi-nagelfluh, vgl. S. 68 ff.

«Vorarlberger Kalkalpen» zu finden seien. Also müßten sie, so folgert er, von dort hergeschwemmt worden sein. In ähnlichen Bahnen bewegen sich die Gedankengänge von GUTZWILLER (1877) und FRÜH (1888), welch letzterer erstmals neben südöstlicher auch südalpine Abstammung in Erwägung zieht (vor allem für die roten Granite!) und die STUDERsche Vorstellung vom «versunkenen Randgebirge» für entbehrlich hält.

Gegen hartnäckigen Widerstand erzwingt sich um die Jahrhundertwende der revolutionäre Gedanke vom Deckenbau der Alpen weitgehende Anerkennung. Damit eröffnen sich für die Beheimatung der Nagelfluhgerölle ganz neue Möglichkeiten. Doch werden sie von den Molassegeologen, die sich erst allmählich mit dem «nappistischen» Gedankengut vertraut machen, vorerst nur spärlich ausgenützt.

Das hindert G. STEINMANN (1906) nicht, die sich aufdrängenden Folgerungen zu ziehen und für die Ableitung der «exotischen» Nagelfluh aus den «Decken der Voralpen und Klippen»¹³ einzutreten, deren mise en place er im großen ganzen schon vor Beginn der Molassesedimentation (Oligozän-Miozän) für abgeschlossen hält.

Mit dieser frühen zeitlichen Ansetzung der Hauptschubphasen gerät STEINMANN aber in Widerspruch mit der herrschenden Lehrmeinung, die einer Herleitung der Nagelfluhgerölle aus den «fertigen» Decken gerade aus dem Grunde skeptisch gegenübersteht, weil die Überschiebung der «Klippendecke» nach oder doch höchstens gleichzeitig mit der Bildung der subalpinen Nagelfluh erfolgt sei (ARN. HEIM 1907, ALB. HEIM 1919, 56). Für diese beiden Autoren liegt die Heimat der bunten Granite und Porphyre, der Liashornsteine, Radiolarite und Biancone in den Südalpen, von wo sie i. w. durch fluviatilen Ferntransport eingeschwemmt worden wären.

Demgegenüber greift BECK (1911a, 1912) wieder auf die Grundvorstellungen von SCHARDT (1898) und STEINMANN zurück, bezieht aber die Nagelfluh nicht so sehr aus der heutigen Klippendecke als aus seiner «Habkern (Flysch) decke», deren fertige Ausgestaltung er gleichfalls schon in vormolassische Zeit verlegt.

Die Grundgedanken von STEINMANN und BECK haben sich auch gegenüber der durch ein Menschenalter mächtig fortgeschrittenen Erkenntnis gehalten (vgl. LEUPOLD, TANNER, SPECK 1942, ferner auch STAUB 1916).

¹³ Worunter man nach damaligem Sprachgebrauch die Klippendecke inkl. Simmen- und Brekziendecke zu verstehen hat.

II. Teil

Die Nagelfluh der Baarburg (Torton)

I. Auftreten und stratigraphische Stellung

Von zwei kleingerölligen Vorläufer-Schwärmen abgesehen, ist es die einzige Nagelfluhbank, welche die tortone Schichtserie im Unterbau der Baarburg aufzuweisen hat, was angesichts der Stellung im Schüttungsschatten der beiden miozänen Großschuttfächer nicht wunder nimmt (vgl. S. 4). Über die Verbandsverhältnisse

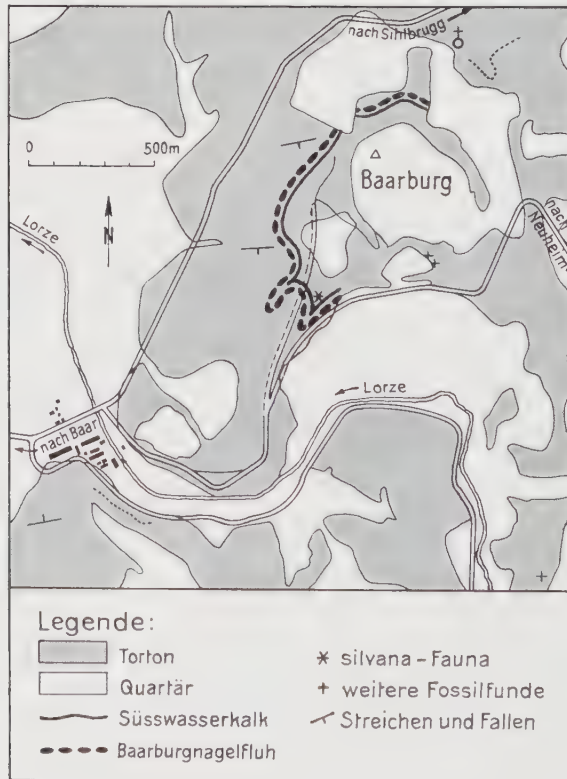


Abb. 4. Die tortone Schichtserie der Baarburg mit basaler Nagelfluhbank und Süßwasserkalk.

Gesteinsart	Ort der Auszählung, stratigraphische Stellung (Schuttfächerzuge- hörigkeit) und Anzahl der ausgezählten Gerölle					
	Baarburg Kiesgrube Pt. 570 Torton (Hörnli) 350		Kämistal ob Zug 682.8/224.2 Helvet (Napf) 320		Mühlebach S Zug 682/221.8 Aquiton (Hohronen) 410	
	%	%	%	%	%	%
Kristallin		10		17		67
Granite: rot	1		4		32	
Granite: grün	—		4		2	
Granite: hell	2		5		18	
Syenite-Diorite	—		+		+	
Quarzporphyre-Porphyre	—		—		+	
Ophiolithe: Basische Effusiva	7		1		4	
Gabbro						
Serpentin						
Nichtmetamorphes Kristallin	10		14		56	
Gneise	—		1		—	
Glimmerschiefer	+		2		11	
Amphibolithe	—		—		—	
Metamorphes Kristallin	+		3		11	
Gangquarze		2		—		10
Quarzite		2		22		—
Ölquarzite (meist grün)	—		—		—	
Übrige Flyschquarzite	2		—		—	
Helle Quarzite, Typus penninische						
Permotrias	—		22		—	
Hornsteine		3		4		2
Flyschhornsteine	—		—		—	
Radiolarite, rot	3		4		2	
geflammt-grün	—		—		—	
übrige Hornsteine (Lias, Neokom) .	—		—		—	
Kalke		37		51		20
Flyschmergelkalke } (im Helvet inkl.	14		14		—	
Flyschkieselkalke } evtl. Bündner-	3		14		7	
Flyschsandkalke } schieferanteil!)	9		23		—	
Helle, dichte Kalke						
(Aptychenkalk, z. T.)	2		—		7	
Dunkle, dichte Kalke	5		—		6	
Oolithisch-onkolithische Kalke						
(Präalpentithon-Urgon)	1		—		—	
Liasspatkalke-Echinodermenbrekzien	—		—		—	
Tristelkalke	2		—		—	
Rote Knollenkalke (Adneth)	1		—		—	
Nummuliten-Lithothamnienkalke .	—		—		—	
Dolomite		42		1		—
Hauptdolomit	42		1		—	
Monogene Brekzien	—		—		—	
Sandsteine		3		2		—
Flyschsandsteine	2		2		—	
Buntsandstein (inkl. Verrucano) . .	1		—		—	
übrige Sandsteine	—		—		—	
Konglomerate-Brekzien		—		+		—
Flysch i. a.	—		—		—	
Cenomankonglomerate						
(Typus: Mokausa, Saluver) . .	—		—		—	
Restgruppe		+		3		—
Kalzit	+		+		—	
Atypisches	—		3		—	
Gesamttotal		100 %		100 %		100 %

Tab. 1. Geröllzählungen aus der subalpinen Nagelfluh am Zugersee

des Nagelfluhzuges orientiert Abb. 4. Zwei zur Gewinnung von Straßenschotter in ihm angelegte Kiesgruben am Wege zur Baarburg haben vortreffliche Aufschlüsse geschaffen. Die Konglomeratbank wird eingedeckt von einem 0.5—2 m mächtigen, weit durchziehenden Süßwasserkalk, der außer einigen Säugetierresten auch eine tadellos erhaltene Schneckenfauna geliefert hat, die bei anderer Gelegenheit ausführlich zur Sprache kommen soll. Hier sei lediglich vorweggenommen, daß auf Grund der nun auf 14 Arten angewachsenen und von W. WENZ †-Frankfurt a. M. noch persönlich durchbestimmten Faunenliste das tortone Alter der ganzen Schichtfolge sichersteht.

Die Baarburg-Nagelfluh ist, wie bereits angeführt, als westlichster Vorstoß des Hörnlfächers zu bewerten. Auf die Schichtfolge des Hörnlfächers übertragen, dürfte sie unweit über oder unter den Appenzellergranit zu liegen kommen.

II. Quantitative Zusammensetzung

Über den mengenmäßigen Anteil der einzelnen Gesteinsarten am Aufbau der Baarburg-Nagelfluh orientiert Tab. 1. Wir haben es demnach mit einem Konglomerat zu tun, das nach der RENZschen Nomenklatur (1937b, 95) die Bedingungen für eine «bunte» Nagelfluh eben noch erfüllt. Bei der Probenentnahme wurde besonderer Wert auf möglichst frisches Material gelegt, um einer eventuellen Verwitterung oder gar Umprägung des ursprünglichen Geschiebebestandes infolge Verwitterung (Kristallinausmerzung!) zu begegnen.

Das Zählergebnis paßt sich zwangslos ein in das Bild, das wir uns dank den Zählfolgen von ESCHER-HESS (1907, 9) und TANNER über die quantitative Zusammensetzung des tortonen Anteils der Hörnlinagelfluh machen können.

III. Qualitative Bemerkungen

Nicht alle in der Zähltablelle 1 angeführten Geröllarten erfahren nachstehend gleichmäßige Berücksichtigung. Atypische, nichtssagende Gruppen sind mit voller Absicht vernachlässigt worden. Es kam mir mehr darauf an, jene Geröllgemeinschaften herauszustellen, die zu paläogeographisch bedeutsamen Aussagen fähig scheinen. Es sind dies vor allem: 1) Die Gruppe der Ophiolithe, 2) die Kalkgerölle in Urgonfazies und 3) die Nummuliten-Lithothamnienkalke vom Typus Einsiedeln.

Die Sedimente kommen in der Reihenfolge ihres vermutlichen Alters zur Sprache und nach Großfazieszonen unterschieden. Wo über die Einordnung Zweifel bestehen, wurde dies stets erwähnt. Ausblicke auf die ostschweizerische Nagelfluh, vor allem auf jene des Hörnli, sind hin und wieder gegeben.

1. Das Kristallin

Es zeigt im großen ganzen schlechten Erhaltungszustand und ist — mit Ausnahme der Ophiolithe — nur makroskopisch bestimmt worden. Auf eingehende mikroskopische Beschreibung mußte zugunsten des Sedimentanteils, insbesondere der organogenen Kalke, verzichtet werden. Dagegen fand ein reiches Vergleichsmaterial von unterostalpinem Kristallin (eigene Aufsammlung) Benützung.

Bestimmungselemente waren: Struktur, Textur und Mineralbestand. In Zweifelsfällen entschied die Stereolupe.

A. Die sauren Eruptiva

Rötlichweißer Granit¹⁴

Holokristallin-grobkörnig, sehr frisch. Hauptgemengteile sind: rötlicher, verzwilligter Orthoklas, etwas zurücktretend weißer, leicht saussuritisierte Plagioklas, Quarz und verrostete Biotitnester mit braunen Limonithöfen. Absolut maßig-richtungslos.

Grüner Granit

Typisch holokristallin-porphyrisch. Als Einsprenglinge treten auf: Einzelne große, stark saussuritisierte Plagioklase. Sie schwimmen in einer feinkörnigen Grundmasse von Quarz und rötlichem Feldspat. Mit Ausnahme spärlicher Biotitblättchen keine melanokraten Bestandteile.

Wie mir Prof. R. STAUB bestätigt, erinnert das Gestein nachdrücklich an gewisse Abarten der grünen Albula-Juliergranite.

Tiefroter Granit

Holokristallin-grobkörnig. Leichte Schieferung. Seine intensive Farbe verdankt er den dicktafligen, roten Orthoklasen, die mengenmäßig den farblosen, grauen Quarz weit übertreffen. Biotit ist in Nestern angereichert. Erhaltungszustand gut.

Unter den roten Alkaligraniten der Berninadecke (Munt Albris, Piz Lagrev, Mortersch, STAUB 1916 etc.) fehlt es nicht an weitgehenden faziellen Analogien.

Quarzporphyr

Grundmasse im Bruch violettrot, sehr feinkörnig und quarzreich, in der Anwitterung weißlich mit Stich ins Rosa. Die stumpfroten Feldspateinsprenglinge (Karlsbaderzwillinge und sehr gute Spaltbarkeit deuten auf Orthoklas) sind nur unscharf gegen die Grundmasse abgegrenzt. Mengenmäßig werden sie von rundlichen + — isometrischen Quarzen übertroffen.

Wie Vergleiche bestätigen, wiederholen die Gerölle alle typischen Merkmale der Bernina-Quarzporphyre vom Typus *Diavolezza*. Sie stimmen sowohl im Anbruch wie in der bezeichnenden, rötlichweißen Anwitterung bis in Einzelheiten überein mit Vergleichsstücken, die ich unter der erfahrenen Anleitung von Prof. STAUB für den Geröllvergleich an der Diavolezza und in der Val d'Arlas aufsammlte.

Grüner Quarzporphyr

Dichte, dunkelgrüne Grundmasse mit lichter Flecken. Nesterweise + — isometrische Einsprenglinge von dunklem Quarz. Hemikristallin-porphyrisch, absolut massig.

Gneis

Grauweiß, sehr ausgeprägte Paralleltexur, mit starkem Chlorit- und Serizitbelag auf den Schieferungsflächen. — Herkunftstypisch, einer Herleitung aus dem Altkristallin der Bernina- oder Campodecke steht indessen kein Hindernis entgegen.

Die vorstehend summarisch unrissene Kristallingesellschaft zeigt bei allem Artenreichtum eine bemerkenswerte Geschlossenheit. Die verwandtschaftlichen Beziehungen zum Kristallin der unterostalpinen Err-Berninadecke sind unverkennbar.

Es ist ja ein für die unterostalpinen Deckenkerne bezeichnendes Merkmal, daß hier spätherzynische Eruptivgesteine zu fast unumschränkter Herrschaft gelangen, und dazu in einer Mannigfaltigkeit, wie es weder liegende (mit Ausnahme etwa der hochpenninischen Sella-Decke) noch hangende Deckeneinheiten aufzuweisen vermögen. Dies gilt sowohl für den Querschnitt Graubündens (Err-Berninadecke) wie für die erst neuerdings als unterostalpin erkannte isolierte Deckscholle der Dentblanche im Wallis (STAUB 1937b). Im ganzen Penninikum fehlt jede Spur von Gesteinen, die sich mit den grünen Graniten der Err-Julier-Gruppe, den roten Alkaligraniten vom Munt Albris und Piz Lagrev und den rötlichen Quarz-

¹⁴ Die Farbbezeichnung bezieht sich im wesentlichen auf den Farbton der Feldspäte und das Vorwalten dieser oder jener Farbkomponente (Hauptfarbton an erster Stelle).

porphyren der Diavolezza und der Val d'Arlas vergleichen ließen. Auch im hangenden Campo-Silvrettakristallin kehrt eine ähnliche Gesteinsprovinz nicht wieder. Denn die Quarzporphyre des Heutales gehören zum Stretta-Lappen des Bernina-Deckenrückens.

Wo also in der Nagelfluh weiße, rote und grüne Granite mit Dioriten, roten Quarzporphyren usw.¹⁵ zusammen vorkommen, dürfen wir sie nach unseren heutigen Kenntnissen ohne Zögern als Zeugen erodierter unterostalpiner Deckenelemente betrachten.

B. Die basischen Eruptiva (Ophiolithe)

a) Geröllbesprechung

«Grünsteine» mannigfaltigen Aussehens bilden eine weitere charakteristische Komponente der Baarburger Nagelfluh. Sie treten relativ häufig auf, machen sie doch nach Tab. 1 nicht weniger als zwei Drittel des gesamten Kristallins aus. Wenn ich auch nicht verhehlen möchte, daß dabei bis zu einem gewissen Maß sekundäre Anreicherungsprozesse mit im Spiele sein dürften (mechanische Auslese der zähen, dichten Spilite und Variolite, stärkere Ausmerzung der körnigen Granite usw.), so muß doch die Ophiolithkomponente im zugehörigen alpinen Einzugsgebiet eine recht beachtliche Verbreitung besessen haben.

Gestützt auf einen vorläufigen Hinweis des Verfassers (SPECK 1942, 236) hat VUAGNAT seinerseits den Ophiolithanteil dieser Nagelfluh einer Überprüfung unterzogen und seine Angaben in willkommener Weise bestätigt (1944b, 432).

Diabasporphyr (Aphanitporphyr FRÜH 1888, 50).

Massige, schmutziggrüne Gerölle mit dichter, dunklerer Grundmasse, in der bis 1 cm lange, grünlichweiße Plagioklasleisten schwimmen.

Im Schliffbild erscheint das Gestein stark getrübt. Die grünlichgraue Grundmasse läßt immerhin ein sperriges Gefüge von langstrahligen Plagioklasen erkennen. Die Zwickel zwischen den Feldspäten sind von einem feinkörnigen Gewebe von Chlorit ausgefüllt. Ihm verdankt das Gestein seine makroskopisch grüne Farbe. Beim Plagioklas handelt es sich, soweit man bei dem stark zersetzten Zustand bestimmen kann, durchweg um saure Glieder (Albit-?Oligoklas). Kalzit ist reichlich vorhanden und tritt in einigen Fällen pseudomorph nach Olivin auf. Die makroskopisch sichtbaren Einsprenglinge erweisen sich als saussuritisierte Plagioklase.

Gesteine dieser Art finden sich in Iberg (Ophiolithe der Simmendecke) und dann sehr schön im Oberhalbstein und Oberengadin (Plattadecke, STAUB 1915, CORNELIUS 1935).

Feinheit und Verwitterungsgrad der Grundmasse, sowie Menge der Plagioklaseinsprenglinge schwanken in weiten Grenzen. Typen, die nur mehr wenige, kleine Einsprenglinge aufweisen, bilden eine Brücke zur folgenden Gruppe der

Spilite (Aphanit bei FRÜH).¹⁶

Sammelgruppe von Ophioliten, die sich im Handstück zwangslos folgenden Eigenschaften fügen: Mattes Bläßgrün in der Anwitterung, lichtgrüne-intensivgrüne Tönung im frischen Bruch, dichtes Korn und massige Textur. Sie sind, ihre noch zu besprechenden Spielarten miteinbezogen, in Baar reichlich (bis zu 6%) vertreten. Gewisse Varietäten mögen für einen alpinen Geologen auch schon die Bezeichnung «Grünschiefer» verlangen.

¹⁵ Zwei weitere Charaktergesteine des unterostalpinen Kristallins, die blauen Banatite und Quarzmonzonite der Berninadecke (inkl. Sella) und die Nairporphyre der Erradecke sind mir bisher nicht zu Gesicht gekommen. Auf sie sollte in Zukunft mehr geachtet werden.

¹⁶ Dem Wort «Spilit» wird recht unterschiedlicher Sinn zugrunde gelegt (E. NIGGLI 1944, 275). Ich verwende den Begriff hier in dem Sinne, wie er sich in der Molasseliteratur

Das Schliffbild ist intersertal. Träger des Strukturgerüsts sind stark zersetzte Feldspäte, die einer Bestimmung meist hartnäckig widerstehen. Es handelt sich wohl allgemein um saure Glieder der Plagioklasreihe. In günstigen Fällen konnte Albit bestimmt werden. Die Feldspäte zeigen alle Übergänge von feinen Strahlen bis zu eigentlichen Leisten. Die Zwickel zwischen den Feldspäten sind von feinschuppigem Chlorit und Erz (Hämatit und Ilmenit z. T.) ausgefüllt. In Nestern und auf Adern erscheint Kalzit.

Wo Kalzitadern das Gestein durchschwärmen, kommt es randlich zu Neubildung feiner Albitkriställchen und von Quarz.

Diagnostisch bedeutsam ist das Erscheinen einer besonderen Texturabart, die dadurch zustandekommt, daß die langstengeligen Plagioklaskristalle zu büschel- und garbenähnlichen Gebilden zusammentreten, statt einen ungerichteten Filz zu bilden¹⁷. Die Eigenart büscheliger Anordnung der Plagioklase taucht innerhalb der ganzen Spilitfazies (inkl. «bunte Spilite» und Variolite) auf. Es ist ein Verdienst VUAGNATs (1943), diesen textuell ausgezeichneten Spiliten zu vermehrter Beachtung verhelfen zu haben, nachdem die anschauliche Beschreibung des Phänomens durch STREIFF (1939) nicht durchgedrungen war. Dessen Bezeichnung «divergentstrahlig-garbenförmig» ist dem Ausdruck VUAGNATs («structure arborescente») an Bildhaftigkeit überlegen und hätte wohl mit Vorteil an Stelle des unschön verdeutschten «arboreszierend» einzutreten.

„Bunte Spilite“

Manche Spilite sind nun durch eine mehr oder minder weit fortgeschrittene Rotfärbung ausgezeichnet, die ihnen ein so bezeichnendes Aussehen verleiht, daß sich ihre Aussonderung aus der Masse der uniform grünen Spilite geröllanalytisch durchaus rechtfertigt. Wir nennen sie unter Bezugnahme auf die Rottönung «Bunte Spilite» in Anlehnung an den Ausdruck «Bunte Grünschiefer», welchen CORNELIUS 1935 und STREIFF 1939 für die gleiche Erscheinung innerhalb der Platta-Ophiolithe geprägt haben.^{17a}

Die Verfärbung erfaßt die Gerölle selten vollständig. Ein erstes Stadium besteht in einer bloßen Durchaderung, ähnlich einer ferritischen Infiltration. Dann greifen die weinroten-schwarzvioletten Farbtöne immer weiter um sich, bis ein verwaschenes Muster von roten und olivgrünen Flecken zustandekommt. Vereinzelte Gerölle sind von diesem Rotpigment völlig durchfärbt. Der Farbwechsel ist nicht auf die Spilitarten beschränkt, auch die Variolite und Spilitbrekzien sind ihm ausgesetzt.

eingebürgert hat, nämlich als Sammelbezeichnung für makroskopisch dichte, massive Ophiolithgerölle von grüner bis grünrötlicher Farbe. Nach dem Mineralbestand handelt es sich um chloritreiche «Albitdiabase», welcher Name petrographisch besser dafür einzutreten hätte. Analog dürfte man dann von variolitischen, divergentstrahligen, porphyrischen Diabasen usw. reden, vgl. zur Nomenklaturfrage auch GRUNAU 1945 und (ausführlich) VUAGNAT 1946.

¹⁷ Einen trefflichen Eindruck dieses besonderen Texturgefüges vermitteln die Mikrofotos 3—8 bei VUAGNAT 1943, Taf. 1—2. Einmal mehr mag in diesem Zusammenhang eine Beobachtung von ESCHER-HESS der Vergessenheit entrissen werden, der schon 1907 auf die «büschelartige» Textur melaphyrähnlicher Spilitgerölle hingewiesen hat.

^{17a} Die anschaulichen Beschreibungen, welche diese Autoren dem Auftreten solcher Ophiolith-Verfärbung im Anstehenden gewidmet haben, machen auch den Einwand gegenstandslos, es könnte sich bei diesem Farbphänomen nicht um ein primäres Merkmal, sondern um späteren Erwerb auf sekundärer Lagerstätte handeln, eine Möglichkeit, mit der auch ich anfänglich ernsthaft gerechnet habe. — Betr. «Bunte Grünschiefer» vgl. auch STAUB 1915, S. 148.

Im *Schliff* zeigt sich kein wesentlicher Unterschied gegenüber den gewöhnlichen (blaßgrünen!) Spiliten. Hauptbestandteil ist stark zersetzter, feinnadeliger Plagioklas in filziger Verwachsung. Es handelt sich auch hier durchweg um Albit. Stellenweise setzt sich die bereits erwähnte divergentstrahlige Anordnung durch, und es entstehen «porphyrites arborescentes» im Sinne von VUAGNAT.

Fein verteilter Chlorit bildet die Zwischenmasse zwischen den Feldspäten. Kalzit erscheint in Mandeln und Adern und läßt lokal Pseudomorphosen nach chloritisiertem Olivin erkennen.

Die violettrote Färbung ist das Werk feinsten ferritischer Körner (Hämatit und Ilmenit). Sie war es vor allem, die den betreffenden Ophiolithgeröllen bei ESCHERHESS (1907, 13), ALB. HEIM (1919, 52) und noch bei TANNER (1944, 63) den in Hinblick auf den Glarner Verrukano verhänglichen Namen «Melaphyre» eingetragen hat.

So wenig es möglich ist, zwischen grünen und bunten Spiliten eine scharfe Grenze zu ziehen, so wenig läßt sich eine genaue Trennung zwischen Spiliten und folgendem Typus durchführen:

Variolit

In dichter, grüner Grundmasse sind 2—3 mm große, kugelige Gebilde («Variolen») eingebettet, die sich hellgrün vom dunkler getönten Grund abheben. Man könnte kurzerhand von «Spiliten mit Variolen» sprechen. Der Erhaltungszustand ist meist schlecht. Eine fleckige Rotfärbung, analog jener der «bunten» Spilite, greift oft auch auf die Variolite über.

Das Mengenverhältnis zwischen Variolen und Einbettungsmasse schwankt innert beträchtlichen Grenzen. Bei dichter Packung treten die Variolen lokal zu knäuelig-traubigen Gebilden zusammen.

Wie das *Mikroskop* verrät, bestehen die Variolen aus radialstrahligem Feldspat von so feinfaseriger Ausbildung, daß eine Bestimmung schwierig ist. Es dürfte sich aber auch um Albit handeln, wie denn ja Albit der Feldspat der hier besprochenen Ophiolithgruppe ist (VUAGNAT 1946). Als Variolitkern findet sich ab und zu ein größerer Plagioklaskristall (Albit!), an dem dann die feinfaserigen Sphärolithe ansetzen. Wo mehrere Variolen zu Aggregaten zusammentreten, kommt es wiederum zu divergentstrahliger Anordnung der Feldspatfasern.

Das Grundgewebe ist im Gegensatz zu den Variolen feldspatarm und besteht hauptsächlich aus Chlorit und Erz (nach der Reflexionsfarbe hauptsächlich Hämatit).

Variolitschiefer

Ein einziges Geröll gibt uns von dieser schieferigen Abart der Variolitfazies Kunde. Unter der tektonischen Beanspruchung haben die Feldspatvariolen ihre Kugelgestalt eingebüßt und sind zu cm-langen, stengeligen Gebilden ausgewalzt worden, die in der Schieferungsebene des Gesteines liegen.

U. d. M. zeigen die bis zu ihrem zehnfachen Durchmesser ausgezogenen Variolen noch Überbleibsel der einstigen radialfaserigen Textur. Die dichte, chloritische Grundmasse aber ist von Schwärmen kurzer Kalzitadern durchsetzt, die kleine Zugklüfte ausheilen.

Dieses Einzelgeröll ist insofern aufschlußreich, als es sich als Bindeglied einfügt zwischen die massig-dichten Ophiolithe und die eigentlichen Grünschiefer. Während aber erstere in zahllosen Fällen den Transport überstanden haben, sind letztere (wenn überhaupt primär vorhanden!) dem Abrieb zum Opfer gefallen.

Spilitbrekzie

Es handelt sich um brekziös struierte Spilite, die mir von der Baarburg in zwei Exemplaren vorliegen (Abb. 5). Sie verdienen besondere Beachtung, da ihnen bei einem Beheimatungsversuch der Ophiolithgruppe dank ihres merkwürdigen lithologischen Aspektes eine leitende Rolle zufallen muß.

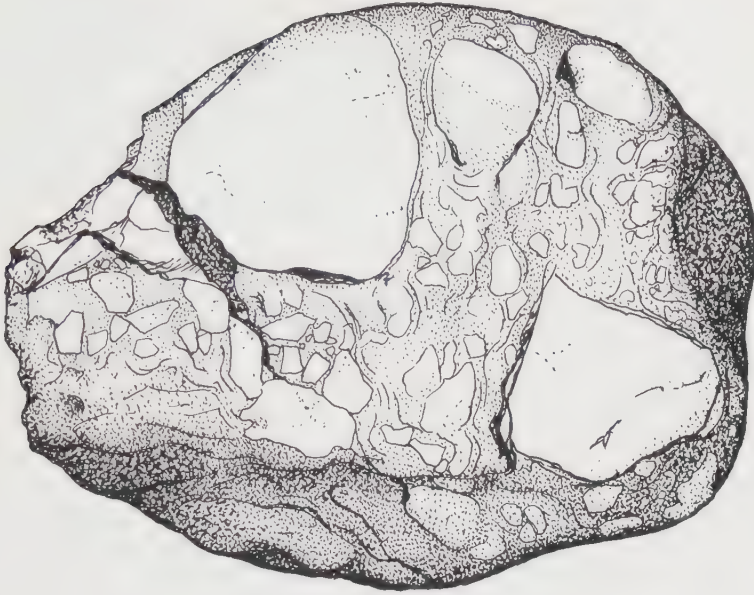


Abb. 5. Diabasbrekzie. — Schmutzigrüne Komponenten von Spilit und Variolit (hell) liegen eingebettet in eine dunkelrotviolette, hämatitreiche Grundmasse, die Anzeichen von Fluidalgefüge zeigt. Keine Sedimentär-, sondern eine Effusivbrekzie. — Nagelfluhgeröll Baarburg (Torton). Nat. Gr.

5—6 cm große, eckige bis leicht kantengerundete, grüne Bruchstücke sind durch violettroten Zement zu einer eigentlichen Brekzie verkittet. Die Komponenten bestehen aus Spiliten und Varioliten. Das rote Zwischenmittel ist dicht und zeigt ein eigenartiges, schlieriges Gefüge, das sehr an Fluidaltexturen erinnert.

Eine Sonderung nach der Größe ist bei den Komponenten nicht nachweisbar. Hingegen scheinen die kleinen, länglichen Bruchstücke insofern eine Art Ausrichtung erlitten zu haben, als sie sich den Umrissen größerer Brocken gleichsam anschmiegen, ähnlich wie sich bei einem Augengneis Glimmerzüge um eine Feldspatlinse herumlegen.

U. d. M. bestätigt sich der Variolit-Spilit-Charakter der Komponenten. Sie zeigen alle Übergänge von feinintersertalen zu divergentstrahligen Albit-Chlorit-Diabasen. Die rote Zwischenmasse besteht sozusagen ausschließlich aus Kalzit und in fluidalen Schlieren konzentriertem Rotpigment (Hämatit). Am Berührungsrund von Komponenten und Grundmasse kann es zur Neubildung reiner Albitkriställchen kommen.

Dieser Brekzientypus ist faziell eng mit den Spiliten und Varioliten verknüpft. Seine ganze Erscheinungsform, nicht zuletzt die Fließphänomene, sprechen bestimmt gegen sedimentäre oder tektonische Entstehung. Es handelt sich eher um Primärbrekzien nach Art gewisser Trümmerlaven, die durch Berstung der verfestigten Kruste bei noch fortdauernder Fließbewegung des Strominnern entstehen.

Von diesen Effusivbrekzien führen ganz außerordentliche Analogien zu den Ophiolithbrekzien der Plattadecke (Curvèr pintg da Taspin, STREIFF 1939, 190; Falotta im Oberhalbstein, CORNELIUS 1935)¹⁸. In ganz analoger

¹⁸ Auch das vom gleichen Autor beschriebene Ophiolithkonglomerat aus der Val Natons ist seiner sedimentären Natur nach nicht ganz gesichert. Man gewinnt den Eindruck, daß es

Ausbildung kehren sie wieder in den Ophiolithen der Aroser Schuppenzone (frdl. Hinweis von Prof. LEUPOLD), ferner im Unterengadin, bei Iberg und den basischen Schmelzflüssen des Oberkreideflysches der westschweizerischen Simmen- und Brekziendecke (Fénils, les Gêts usw.). Und es ist nicht bloßer Zufall, daß diese Eruptivbrekzien in innigem Zusammenhang mit dem Phänomen der «Pillowlaven» stehen (VUAGNAT 1946) und zusammengehen mit der Gesellschaft der Spilite-Variolite-Diabasporphyrite, welche uns auch in der Nagelfluh als ihre treuen Begleiter begegnet sind.

Gabbro

Er tritt in Baar selten auf. Wenn er vorkommt, ist er meist so stark zersetzt, daß eine Diagnose recht schwer fällt. Ein leidlich erhaltenes Exemplar zeigt sehr grobes Korn und leichte Verschieferung infolge mechanischer Beanspruchung. Lichtgrüner, saussuritierter Plagioklas und metallischer Diallag sind die einzigen makroskopisch erkennbaren Gemengteile.

Das Gestein läßt sich sehr wohl dem klassischen, grobkörnigen Diallaggabbro des Oberhalbsteins (Marmorera!) nähern.

Serpentin

Sein Vorkommen ist noch spärlicher als jenes des Gabbro. Eindeutige Funde aus der Nagelfluhbank an der Baarburg stehen noch aus. Auch TANNER wundert sich über das völlige Fehlen von Serpentin in der Hörnlinagelfluh (1944, 63).

In einem gewissen Gegensatz dazu steht dann die Feststellung von ESCHER-HESS (1907, 13), für den Serpentine im gleichen Gebiet «nicht selten» sind. Bei dem obigem Zitat zugrunde gelegten Geröll vom Uetliberg handelt es sich, wie die Nachprüfung ergab, bestimmt um Serpentin (Schl. EH. 33).

Im großen ganzen recht selten sind schließlich auch Amphibolite, wenn sie auch keineswegs völlig fehlen (TANNER 1944, 62; Schliffsammlg. ESCHER-HESS). Hingegen fällt die Grünschiefer- und insbesondere die Prasinitfazies meines Wissens völlig aus.

Verschiedene Ursachen können für dieses Übergewicht einzelner Ophiolitharten verantwortlich gemacht werden. Einmal steht die besondere mechanische Widerstandskraft der massigen, dichten Ophiolithe vom Typus des Spilits außer Frage. Eine intensive tektonische Verruschelung scheint zudem bei Gabbro- und Serpentinmassen kleinstückigen Zerfall schon im Anstehenden oder doch bei der fluviatilen Verfrachtung zu begünstigen (vgl. auch CADISCH 1923, 226). Schließlich legt die Effusivnatur der Spilit-Variolitfazies schon ein primäres Zurücktreten der Gabbros und Serpentine nahe. Durch Transportauslese kann dieses Verhältnis weiterhin zu Ungunsten der grobkörnigeren Intrusivfazies verschoben worden sein.

Ausmerzungsvorgänge mögen auch beim Fehlen der Grünschiefer (Epidotschiefer, Glaukophangesteine) im Spiele sein. Prasinite im engen Wortsinn¹⁹ dürfen wir zum vornherein nicht erwarten. Als Produkte einer stärkeren Epimetamorphose kommen sie erst im Mittelpenninikum (Surettadecke) zur Herrschaft.

b) Zur zeitlichen Verbreitung der Ophiolithe in der zentral- und ostschweizerischen Nagelfluh

Die Frage, wann die Ophiolithe erstmals in den Molasseflüssen erscheinen (STAUB 1934b, 57) ist erst kürzlich wieder aufgeworfen worden (VUAGNAT 1944b). Es schien sich die Möglichkeit abzuzeichnen, daß die Ophiolithförderung mit dem

sich eher um ein «Effusivkonglomerat» im Sinne der Diabasbrekzien der Falotta handeln könnte. Das Vorkommen von Diallaggabbro-Komponenten dürfte nicht als zwingender Gegenbeweis gewertet werden.

¹⁹ Albit-Epidot-Chloritschiefer mit poikiloblastisch ausgebildeten Albiten.

wichtigen Ereignis der Marintransgression des Burdigals zusammenfallen könnte. Auf Grund der Verhältnisse in der Zentral- und Ostschweiz mag auf diese Problemstellung etwas näher eingegangen sein.

Zentralschweiz. Über den Ophiolithgehalt der Riginagelfluh (Chatt) liegen nur spärliche Anhaltspunkte vor. Soviel ist sicher, daß dem mittleren Abschnitt der Riginagelfluh — er wird ob seiner Kristallinführung als «bunte» Riginagelfluh gegen die Kalknagelfluhen im Hangend- und Liegendkomplex abgetrennt — basische Eruptiva nicht völlig fremd sind (vgl. S. 77 sowie ESCHERHESS 1907, RENZ 1937b, 119). Mengenmäßig bilden aber diese Zufallsfunde innerhalb des Gesamtkristallins eine zu vernachlässigende Komponente.

Diese Ophiolitharmut darf vielleicht als eine Fortsetzung jener Tendenz betrachtet werden, welche sich schon innerhalb des Altdorfer Sandstein-Komplexes (Lattorf?) bemerkbar macht. Während noch der «untere Altdorfer Sandstein» in seinem klastischen Material einen merkbaren ophiolithischen Einschlag zeigt (z. T. in Form einwandfreier «Spilite» vom Typus der «porphyrites arborescentes»!), geht diese Komponente mit Annäherung an das Gruontal-konglomerat anscheinend völlig verloren (VUAGNAT 1944a).

Im Aquitan steigt dann Hand in Hand mit dem Einsatz der kristallinreichen Hohronen-Schüttung der Ophiolithgehalt zögernd an. Mit dem Basiskonglomerat des Burdigals ist aber die «autochthone» Geröllführung in der subalpinen Molasse des Zuger- und Luzernersees bereits erloschen. Was an Konglomerathorizonten in höheren Niveaus noch auftritt, sind wie gesagt seitliche Ableger entweder des Napf-fächers (Basisnagelfluh des Helvets), oder der Hörnlischüttung (Baarburg!).

Ein ähnliches Verhalten zeigt das Auftreten der Ophiolithe in den Nagelfluhfächern der Ostschweiz. Aus dem Speerfächer (Chatt) und dem präaquitanen Anteil der Kronbergnagelfluhen liegen keine Zeugnisse für die Existenz von Grünschiefern vor. Ihr Einsatz fällt im Kronberg (HABICHT 1945, 69) und Gäbris (RENZ 1937a) etwa zusammen mit dem Beginn des oberen Aquitans.

Und zwar umfaßt die Ophiolithgesellschaft, die nun erscheint, ziemlich die nämlichen Glieder, wie wir sie im Torton kennengelernt haben: Diabasporyphire²⁰, Kalksilikatefelse, variolitische und dichte Spilite, wobei offen bleiben muß, inwieweit unter letzteren auch die rotvioletten Spielarten («bunte Spilite») anwesend sind. Eine Durchsicht des einschlägigen Schliffmaterials von HABICHT hat, wie ich hier ergänzend mitteilen kann, unter den spilitischen Gesteinen Musterbeispiele von divergentstrahliger Textur (= porphyrites arborescentes bei VUAGNAT) zu Tage gefördert.

Über das Basiskonglomerat des Burdigals (FRÜH 1888, 76, RENZ 1937a, 28) durch die ganze Schichtfolge der OMM²¹ hinauf steigt nun die Ophiolithführung langsam aber deutlich an, um im höheren Torton (erheblich über der Appenzeller Kalknagelfluh) mit mindestens 6% des Gesamtgeröllbestandes ein Maximum zu erreichen (CADISCH 1923, TANNER 1944, 59, GEIGER 1943).

Mithin: Erst mit dem Beginn des oberen Aquitans gelangen in den Molassenagelfluhen zwischen Reuß und Rhein Ophiolithgerölle in nennenswertem Umfang zur Ablagerung. Ihr Schwergewicht liegt im hohen Torton, also kurz bevor die Molassedimentation in diesem Gebiet überhaupt erlischt. Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Ophiolithschüttung und burdigalem Meereseinbruch ist nicht nachweisbar. Das Miozänmeer ist mit erheblicher Verspätung auf die ersten Ophiolithe eingetroffen.

²⁰ Bei HABICHT (1945) wohl in Anlehnung an FRÜH als Dioritporphyrit bezeichnet.

²¹ Selbst in den juranahen Marinsanden von Benken sind «schieferig-fleckige» Spilite und «feinkörnige grüne Diabase mit divergentstrahliger Struktur der Pyroxene» (? doch wohl Feldspäte!) der intensiven Aufarbeitung entgangen (BERZ 1915, 327).

Inwieweit dieses Ergebnis auch auf die Westschweiz ausgedehnt werden darf, muß abgewartet werden. Im Napffächer wenigstens scheint die Entwicklung in ähnlichen Bahnen verlaufen zu sein. Auch dort gehen Grüngesteine (nicht nur Einzelgänger!) unter die Burdigal/Aquitangrenze hinab (Serpentin von Marbach, LIECHTI 1928, 45), ja sogar bis in den chattischen Blumenfächer (Gabbro, Serpentin, BECK 1911b, 53).

Ferner steht fest, daß auch in den Westalpen spätestens zu Beginn des Miozäns ophiolithführende Decken vom Abtrag erfaßt wurden, wie die Variolitgerölle vom Typus Mont Genève im Burdigal von Grenoble kundtun (KILIAN 1915, zitiert auch bei STAUB 1934b, 57).

c) Die Heimat der tortonen Ophiolithgerölle: Gründe gegen mittel- oder tiefpenninische Abkunft

Die These, daß die Ophiolithe als das Charaktergestein der penninischen Fazieszone zu gelten haben, läßt sich im großen ganzen auch heute noch aufrecht erhalten, wenn auch nicht in dem exklusiven Sinne, wie man dies anfänglich vermutet hatte. Durch die Arbeiten von ARGAND und STAUB sind wir in der Lage, uns ein zuverlässiges Bild über ihre Verbreitung im Decken-Querprofil zu machen.

Der Sektor von Graubünden, der naturgemäß in der Frage nach Herkunft der Hörnliophiolithe von besonderer Bedeutung ist, läßt folgende Ophiolithbezirke erkennen: Die Misoxermulde (tiefpenninisch), die Zone von Avers-Malenco im Rücken der Surettadecke (mittelpenninisch), die Plattadecke (hochpenninisch) und die Vorkommen der Aroser Schuppenzone und des Unterengadins. Angesichts dieser weiträumigen Verbreitung scheint ein Versuch, unsere Ophiolithgerölle einem bestimmten tektonischen Niveau zuzuordnen, a priori problematisch zu sein. Tatsächlich sind wir aber imstande, den herkunftsmäßig in Betracht fallenden Raum ganz wesentlich einzuengen. Faziell mit den Tortongeröllen vergleichbare Ophiolithserien lassen sich aus einem tieferen tektonischen Niveau als dem der Plattadecke nicht namhaft machen.

Schon innerhalb der Plattadecke, von den höheren gegen die tieferen Schuppen hin, macht sich eine deutliche Abnahme der Spilit-Variolit-Fazies bemerkbar, und in der nächsttieferen Ophiolithzone des Avers sind alle primären Merkmale in der uniformierenden alpinen Metamorphose untergegangen (STREIFF 1939). Von dort abwärts herrschen Grünschiefer, Prasinite und Serpentine unumschränkt. Inwieweit wir diesen metamorphen Ophiolithserien intrusiven oder effusiven (zumeist oberflächennahen!) Charakter nach Art der Spilite zugrunde legen müssen, läßt sich angesichts der völligen Verwischung des ursprünglichen Eruptivcharakters nicht mit aller Sicherheit entscheiden. Doch scheint erstere Annahme den beobachtbaren geologischen Verhältnissen besser zu entsprechen (u. a. NABHOLZ 1945).

In diese Problemstellung spielt nun die Frage nach dem Alter der Metamorphose der mittel- und tiefpenninischen Ophiolithe entscheidend mit hinein. Ist sie älter als Torton und war sie gar zu Beginn der Molassesedimentation in den Hauptzügen schon vollendet, dann entfällt jede Möglichkeit die Ophiolithgesellschaft aus dem tieferen Penninikum zu beziehen, selbst wenn dort Gesteine von der Art unserer Spilite und Pillowlaven wider alle Erwartung primär weite Verbreitung erlangt haben sollten. Es scheint mir aber ganz unmöglich, die Metamorphose der penninischen Sedimente im allgemeinen und der Ophiolithe im besonderen in die kurze Zeit zwischen Sarmat und Gegenwart hineinzuzwängen, die ja nur ein Bruchteil der komplexen jungmesozoischen Phasengeschichte der Alpen erlebt haben kann.

d) Die Analogien zu den Ophiolithen der Plattadecke

Schon eine erste Durchsicht der Belegsammlung von STREIFF (Geol. Inst. ETH) ergab eine so weitgehende Ähnlichkeit mit der Grünsteinfazies der Platta-

decke, daß weitere Nachforschungen in dieser Richtung sich von selbst aufdrängten. Der Eindruck naher Verwandtschaft verdichtete sich beim Studium der einschlägigen Literatur noch mehr²². Was STREIFF zur Charakterisierung der Plattaophiolithe anführt, läßt sich tatsächlich Wort für Wort auch von den Ophiolithgeröllen der Baarburg-Nagelfluh sagen. Die Übereinstimmung ist im wahren Sinne des Wortes eine v o l l k o m m e n e.

Es ist besonders die von STREIFF ausgeschiedene *Curvèr-Zone*, welche die Analogien förmlich auf die Spitze treibt. Nicht genug damit, daß hier die Spilit-Variolitfazies mengenmäßig völlig überhand nimmt, daß die rotviolett getönten Spicarten sich einstellen und die divergentstrahligen Texturen wiederkehren, ganz wie in der Molasse. Selbst für den auch in alpinen Schau nicht gerade alltäglichen Sondertypus der Ophiolithbrekzie bieten die brekziös-konglomeratischen Spilit-Variolit-Züge am Osthang des Curvèr pintg da Taspin ein frappantes Gegenstück²³.

Um mir nicht den Vorwurf subjektiver Voreingenommenheit im Banne einer bestimmten Arbeitshypothese zuzuziehen, bemühte ich mich um ein neutrales Gutachten von möglichst kompetenter Seite²⁴. Es rechtfertigt mich gewiß gegen den Einwand, unzulässige Analogien zu sehen, wenn STREIFF seinen Eindruck in folgendem Schlußurteil zusammenfaßt: «Beim Betrachten Ihrer Gerölle fühlt man sich tatsächlich direkt in die tektonisch höchsten Teile meines Arbeitsgebietes am Curvèr versetzt» (Brief vom 13. 7. 45).

e) Die Verbreitung der Variolit-Spilit-Fazies im penninisch-ostalpinen Grenzraum

Wenn wir hier die Plattadecke sehr ausgiebig zum Vergleich herangezogen haben, so deshalb, weil aus diesem Gebiet eine der modernsten und besten Beschreibungen der spilitischen Ophiolithfazies vorliegt.

Um falschen Vorstellungen zu begegnen, muß aber nachgetragen werden, daß deren Verbreitungsgebiet über den Plattaraum hinausreicht. Die Platta-Decke ist nicht die einzige, wohl aber die tiefste Deckeneinheit, welche eine Ophiolithgesellschaft vom Typus unserer Tortongerölle beherbergt. Grüngesteine von genau gleicher Ausbildung stellen sich im Unterengadin, in der Aroser Schuppenzone und der Klippenregion von Iberg²⁵ ein. Auch diese Vorkommen haben in der Frage der Beheimatung ein Wort mitzureden. Schließlich wären zur Abrundung des Bildes auch die basischen Eruptiva der Simmen- und Brekziendecke der Westschweiz und des Chablais heranzuziehen, die neuerdings besonders sorgfältige Bearbeitung erfahren haben (VUAGNAT 1944c, GRUNAU 1945, ARBENZ 1947).

²² CORNELIUS 1935; STREIFF 1939, der eine eingehende und auch dem geröllkundlich orientierten Molassegeologen recht nützliche Beschreibung der Ophiolithe seines Arbeitsgebietes gibt. Weitgehende Übereinstimmung besteht auch mit den von STAUB 1915 beschriebenen Ophiolithen der Plattadecke im Oberengadin.

²³ Die restlichen zwei im Arbeitsgebiet von STREIFF anstehenden Ophiolithbrekzien (Sponda sursess und Martegnaspipfel) besitzen völlig abweichenden Habitus und fallen für einen Vergleich außer Betracht (briefl. Mitt. von Dr. STREIFF-Caracas).

²⁴ Herr Dr. V. STREIFF war so freundlich, eine typische Auswahl von Baarer Ophiolithgeröllen auf ihre Verwandtschaft zu den Platta-Ophiolithen durchzusehen. Trotz unmittelbar bevorstehender Abreise nach Übersee brachte er meiner Fragestellung volles Verständnis und reges Interesse entgegen, was ich auch an dieser Stelle dankbar anerkennen möchte.

²⁵ Als Beweis mag hier ein Urteil von QUEREAU (1893, 95) wieder aufgefrischt werden, wonach «Gabbro und Variolite vom Typus der Iberger Vorkommnisse» in der Nagelfluhgeröllsammlung von FRÜH wiederzuerkennen seien.

Eine Reihe von gemeinsamen Merkmalen verknüpfen diese Vorkommen untereinander²⁶. Als Charaktergesteine haben Spilite, Variolite, Spilitbrekzien und (offenbar etwas seltener) Diabasporphyrite zu gelten, also immer wieder jene Gesellschaft, die uns in der Tortonagelfluh in genau derselben Zusammensetzung begegnet ist (S. 24 ff.). Überall tritt auch die typische Rotviolettfröbung auf. Unter den Spiliten und Varioliten kommt stets die bezeichnende divergentstrahlige Kleintextur vom Typus der «porphyrites arborescentes» zur Geltung. Kissenförmige Absonderung nach Art der «Pillow-Laven» spielt eine wesentliche Rolle und ruft der Vorstellung submariner Lavadecken oder doch oberflächennaher Intrusion (STREIFF 1939, VUAGNAT 1946). Primärkontakte mit oberkretazischem Flysch sind aus der Simmen- und Brekziendecke der Westschweiz gesichert (GRUNAU 1945, ARBENZ 1947).

Wenn nicht alles trügt, muß es sich bei diesen Kissenlaven um sehr junge, vielleicht die letzten ophiolithischen Schübe handeln, die innerhalb der Alpen gefördert wurden. Ziehen wir ferner in Betracht, daß immer neue Argumente für einen mehr oder minder intensiven kretazischen Zusammenschub des penninisch-ostalpinen Raumes nun auch im Lager der Westalpengeologen laut werden, so wäre die Vorstellung verschiedener ophiolithführender Vortiefen mit selbständigen, voneinander unabhängigen Magmeneinschüben im Fall dieser jungen Ophiolithe entbehrlich. Aus dem Wurzelgebiet der Plattadecke wäre das spilitisches Magma emporgedrungen und längs deckenverscherenden Gleitbahnen in verschiedene tektonische Elemente des bereits namhaft überschobenen ostalpinen Deckenpaketes eingewandert, eine Vorstellung, die in anderem Zusammenhang neulich auch von RÖSLI (1946) entwickelt worden ist.

f) Zusammenfassung

Die tortone Nagelfluh des Hörnli-fächers führt eine Ophiolithgesellschaft einheitlichen Gepräges, deren Beheimatung tiefer als Plattadecke durch den Metamorphosezustand der tieferpenninischen Ophiolithe verbaut wird. Außer hochpenninischen kommen nur grisonide Deckenelemente vom Range und der Stellung der Aroser Schuppenzone als Gerölllieferanten in Frage. Eine weitere Einengung dieses Spielraums muß von anderer Ebene aus auf Grund der Aussage der begleitenden Sedimentär- und Kristallingerölle versucht werden. Für die Hörnliophiolithe mit ihrem unterostalpinen Begleitkristallin vom Typus Err-Bernina (S. 23) und den organogenen Kalken von der Art der Tristelfazies ließe sich ausschließlich grisonides Einzugsgebiet sehr wohl vertreten. Ein Schwerpunkt der Geröllförderung lag zur Tortonzeit bestimmt im unterostalpinen Raum.

2. Die Sedimente

A. Ostalpine Fazies

(exkl. sichere Klippen- und Falknisgerölle)

a) Permowerfénien

Die in der Stratigraphie der ostalpinen Decken so geläufige Wendung «Permowerfénien» wird dank dem zeitlichen Unsicherheitsmoment, das ihr anhaftet, mit Vorteil auch bei dieser Übersicht benutzt. Denn wenn nicht einmal in Standardprofilen ostalpiner Fazies eine sichere Grenze zwischen Perm und Trias gelegt werden kann (EUGSTER 1923, 22; GUBLER 1927, 25), so muß dies naturgemäß für die Nagelfluhgerölle erst recht gelten.

²⁶ Unter Verwertung mündlicher Hinweise von PD. Dr. M. VUAGNAT, Genf, dem ich für manche wertvolle Anregung sowie für die Benützung aufschlußreicher Vergleichsgesteine von Arosa und Iberg zu danken habe.

Die Ausdrücke «Verrukano» und «Buntsandstein» werden also nachstehend in erster Linie in ihrem ursprünglichen, mehr faziellen Sinn verwendet, und ich bezeichne mit ersterem die Psephite, mit letzterem die Psammite, die m. E. dem ostalpinen Permowerf, d. h. der Schichtfolge zwischen basalem Kristallin und hangendem dolomitisch-kalkigem Anis, zuzurechnen sind. In dieser Zweiteilung steckt nur insofern auch ein gewisser zeitlicher Gehalt, als die Grobfazies («Verrukano») im großen ganzen eine tiefe, grundgebirgsnahe und damit permverdächtige Lage innerhalb der transgredierenden Serie bevorzugt.

Buntsandstein

Äußerst zähe, fast reine Quarzsandsteine von massigem Aussehen mit ferritischem Bindemittel. Im frischen Bruch charakteristischer Glasglanz und dunkle, weinrote-rotviolette Färbung. Blaßrosa- oder Brauntöne sind seltener. Die Körnung kann alle Grade durchlaufen, von feinsandiger bis zu schwach konglomeratischer Ausbildung. Ebenso unterschiedlich ist auch die Kornsortierung innerhalb ein und desselben Handstücks. Einzelne milchweiße bis blaßrot verfärbte Quarze liegen größtenteils oft erheblich über dem Mittelwert. Der Sandstein hat zudem eine ziemlich scharfe Auslese in Richtung auf Quarz hinter sich.

Feinkörnige, makroskopisch fast dichte Abarten, solche mit Muskowitgehalt und deutlicher Schichtung (durch lagenweisen Wechsel des ferritischen Rotpigmentes unterstrichen), wie sie die FRÜHsche Belegsammlung des Geol. Inst. ETH führt, wurden an der Baarburg bis anhin nicht beobachtet.

Vieles, was bei früheren Autoren als Melser- und Vogesensandstein läuft (so GUTZWILLER 1877), gehört hierher.

Verrukano

Violettrote Quarzkonglomerate mit bis nußgroßen, weißen und rosa Quarzbrocken in gleichfalls quarzreicher Zwischenmasse. Die groben Quarzeinschlüsse besitzen meist eckig-kantige Umrisse und haben demnach geringen Transport hinter sich.

Während dieser Haupttypus — er wurde in vornappistischer Zeit auch etwa unter Glarner Sernifit aufgeführt! — sich eng an den «Buntsandstein» anschließt und im großen ganzen dessen Merkmale wiederholt, bietet eine andere Gruppe Neues:

Es sind dies grobsandige-feinkonglomeratische Arkosensandsteine von grünlichem Aussehen und damit, wenigstens was den Farbton anbetrifft, gewissen Abarten des helvetischen Verrukanos nicht unähnlich. Neben Milchquarzen sind rote Feldspäte und Gesteinstrümmer mannigfacher Art (atypische Gneise und Glimmerschiefer, felsitische, braunrote Eruptiva, rote Sandsteine usw.) fast stets vorhanden. Einen besonderen Hinweis aber verdienen rote Granite, in ihrem ganzen Habitus ununterscheidbar von jenen, die gleichzeitig als Einzelgeröll im Torton überall zu Hause sind. Diese rotgranitischen Komponenten erreichen mitunter anscheinliche Ausmaße, vom Pfannenstiel liegt mir ein Geröll vor, das einen 12 cm großen roten Granitbrocken als Bestandteil enthält.

Ist die Zuweisung auch dieser Sondertypen zum Permowerf richtig — und es scheint mir nach ihrer lithologisch-faziellen Tracht kaum eine andere Wahl möglich²⁷ —, dann folgt daraus als kleines Nebenresultat, daß mindestens ein Teil der roten Granite der tortonen Nagelfluh bestimmt voralpine s Alter besitzt und dem varistischen Grundgebirge entstammt.

Vorkommen der Spezialfazies: An der Baarburg noch nicht festgestellt, hingegen gut belegt am Uetliberg (Fallätsche) und Pfannenstiel (Loorenkopf).

²⁷ Zum grundsätzlichen Entscheid der Herkunftsfrage wären vielleicht noch die groben Glieder der «Saluvergesteine» des Unterostalpins heranzuziehen, die am Piz Nair (CORNELIUS 1935, 238) und am Murtiröl kristalline und polygene Brekzien und Arkosen umfassen. Ursprünglich tatsächlich als «Verrucano» angesehen (ESCHER, STUDER), galten sie später für Kreide (CORNELIUS), eine Auffassung, welcher (im Gegensatz zu RÖSLI 1944, der für Malmaier plädiert) neustens auf Grund von Radiolaritgeröll-Funden in den Saluversandsteinen der Val Julier auch R. STAUB zustimmt (1948, 15).

Zur Beheimatung steht für die ganze Gesellschaft nur der Raum vom Unterostalpin aufwärts zur Verfügung, denn das erste typische Permowerf südlich der helvetischen Decken erscheint erst in der *Errdecke* (mündl. Mitteilg. von Professor R. STAUB).

Helvetische Abkunft ist schon aus allgemein alpinktonischen Erwägungen heraus nicht sehr wahrscheinlich und wird angesichts des lithologischen Charakters besagter Gerölle völlig problematisch (vgl. u. a. die analogen Urteile von FRÜH 1888, 33 und ALB. HEIM 1919, 50). Im Penninikum, von dem wir ja nach dem Zeugnis der Ophiolithgerölle höchstens den hochpenninischen Bereich der Margna- und Plattadecke noch berücksichtigen müßten, hat die Metamorphose alle primären Merkmale der permisch-untertriasischen Bildungen verwischt. Gelegentliche matte fazielle Anklänge an Verrukano, wie etwa im Gebiet der Surettastirn (STREIFF 1939, 25), fallen da kaum ins Gewicht.

Von der *Errdecke* weg steigt dann der Verrukano-Buntsandstein durch das ganze Ostalpin hinauf bis in die tiroliden Elemente der *Ducanmulde* und der *Lechtaldecke*, deren Permowerf besonders eindringliche Analogien zu den Molassegeröllen aufweist (Handstückvergleiche, sowie SEIDLITZ 1906, ARNI 1926, EUGSTER 1923)²⁸.

Der ostalpine Leitwert der Verrukano-Buntsandstein-Gerölle darf damit als gesichert gelten. Es besteht einiger Verdacht, daß es sich um höheres Ostalpin handeln könnte.

b) Trias

Auf eine ausführliche Besprechung der kalkigen und dolomitischen Triasgerölle wird hier verzichtet, nicht zuletzt deshalb, weil vieles später (im Zusammenhang mit der bunten Riginagelflugh) noch einmal gesagt werden müßte, was zu unliebsamen Wiederholungen Anlaß geben würde. Dasselbe gilt für den ostalpinen Jura. Auch er wird nur mit einigen charakteristischen Stichproben, die sein Vorhandensein sicherstellen, zu Worte kommen. Fragen der Herkunft werden weggelassen oder nur kurz gestreift. Sie stellen sich, wie gesagt, in anderem Zusammenhang in ähnlicher Form wieder.

Zuckerkörniger Dolomit

Typus Hauptdolomit, vollkommen gerundet, mit glatt polierter, spiegelnder Außenfläche, grauweiß und leicht geadert. Im Bruch dunkelgrau, mit deutlichem Bitumen-geruch und feinkörniger Rekristallisation.

Er bildet den Hauptbestandteil der Baarer Nagelflugh und erscheint besonders in den feinkörnigen Fraktionen stark angereichert, eine Tatsache, die allem nach für die Molassenagelfluhen ganz allgemein Geltung besitzt.

Monogene Dolomitbrekzie

Die dunkelgrauen, zuckerkörnigen Komponenten vom Typus Hauptdolomit entbehren jeder Rundung und werden durch einen schneeweißen Dolomitcement verkittet. Auch die Einzelkomponente neigt zur Zerrüttung und Auflösung. Die eng gescharten Haarrisse sind durch feine Dolomitspat-Adern ausgeheilt.

Von einer Größensortierung der Komponenten fehlt jede Andeutung. Bis 2 cm lange Dolomitbrocken liegen neben kleinen und kleinsten Partikeln. Das Gestein trägt alle wesentlichen Züge einer Primärbrekzie des Hauptdolomits im Sinne der ostalpinen Geologen.

²⁸ Für eine solche Ableitung spricht sich allem nach auch CADISCH aus, wenn er im Hörnlimiozän Silvrettaigneise von Verrukano und Buntsandstein begleitet findet, «wie wir sie aus dem Landwassergebiet kennen» (1923, 225).

Rät-Lumachellenbrekzie

Schmutziggrau anwitternd, frisch von bräunlicher Farbe. Voll von glasklaren Schalen-trümmern, die unter Strukturverlust völlig in Rekristallisation übergegangen sind.

Der *Anschliff* verrät folgende Einzelheiten: In feinkörnigem, bräunlichem Bindemittel liegt Schale an Schale, ein förmlicher Bruchschill von Bivalven- und Brachiopodenschalen. Nur ganz vereinzelt sind Ganzexemplare zur Einbettung gelangt (glattrandige und gerippte Kleinmuscheln, zwergwüchsige Schnecken). Ergänzt wird das Faunenbild durch unbestimmbare (u. a. porzellanige!) Foraminiferen. Alle Schalen sind von einem feinen Hämatitsaum umkrustet.

Bei Zurücktretten des Bruchschills entsteht ein grauer, dichter Kalk, der für sich allein viel Gemeinsames mit den Klippenmalm-Kalken zeigt.

c) Jura und Kreide

Bunte Liaskalke

Dichte Kalke mit weißrosa Anwitterung und muscheligem Bruch. Ihre Farbe spielt in weiten Grenzen, von einheitlichem Grau über graurote und rötlichbraune Flammung bis zu lebhaftem Dunkelrot. Spätige Partien und vereinzelter Gehalt an Brachiopoden lassen an Übergänge zur eigentlichen Hierlatzfazies denken.

Die Herleitung dieser Geröllgruppe aus dem Ostalpin erscheint gesichert. Ob die Heimat aber mehr in grisoniden oder tiroliden Elementen zu suchen ist, darüber läßt sich den Geröllen kein Urteil abgewinnen. An sich ist das eine wie das andere möglich (vgl. S. 88).

Bunte Liasbrekzie

In rötlichem Zement schwimmen Brocken von lichtgrauem, dichtem Kalk, die gegenüber dem Bindemittel sich nur unscharf und verschwommen abheben. Wieder lassen sich herkunftsmäßig Parallelen zum Unterostalpin ziehen (Liasbrekzien am Piz Padella, Alv und Sassalbo; Steinsberger Lias bei Ardez), aber bei der weitverbreiteten Transgression des Lias über Hauptdolomit kehrt eine ganz analoge Fazies auch im höheren Ostalpin und selbst in den Luganeser Kalkalpen (Arzo) wieder. Das Gestein läuft ohne wesentliche Differenzierung bis in den südalpinen Raum durch.

Radiolarit (Callov?-Malm)

Rote, braunrote und grüne Radiolarienhornsteine, im Bruch flachmuschlig-splittrig, glatt und kantendurchscheinend. Auf dem feuchten Gestein sind die Radiolarien meist von bloßem Auge als wasserklare, kreisrunde Durchschnitte zu erkennen. Sonst völlig fossil leer.

Auch sie weisen auf ostalpines Heimatgebiet hin und unterstützen damit die Aussage ihrer kristallinen und sedimentären Begleiter.

Bunte Flyschbrekzie (Cenoman?)

Komponenten sind: weißliche und ockergelbe Dolomite; dichte weiße, grünliche oder rosa Radiolarienkalke (sicher der Hauptsache nach Aptychenkalke); rotbraune Radiolarite, voll von mit bloßem Auge erkennbaren Radiolarien; dichte, lichtgraue, marmorisierte Kalke, nicht unähnlich jenen vom Typus Sulzfluh.

Die Dolomite sind manchmal durch sehr hohe Rundungsgrade ausgezeichnet, was an das Mokauskonglomerat der Riginagelflugh erinnert, mit dem das Gestein zwar nicht identisch, aber doch zweifellos verwandt ist.

Das spärlich vorhandene Bindemittel trägt einen terra rossa-ähnlichen Habitus.

Man möchte zwar auch bunte Liasbrekzien zum Vergleich heranziehen, wenn nicht einem solchen Vorgehen in erster Linie die roten Radiolarite und die deutlichen Aptychenkalke entgegenständen. Enge Beziehungen bestehen hingegen zu jener grobklastischen Fazies, mit welcher der Cenomanflysch im Ostalpin über die Radiolarit-Aptychenkalkgruppe hinwegtransgrediert. Eingedenk der übrigen Geröllgesellschaft könnte es sich sehr wohl um Cenoman der Aroser Schuppenzone handeln.

Übereinstimmende Züge tragen auch die «Mokausakonglomerate»²⁹ der Hörnli-nagelfluh (TANNER 1944, 69) und die «Flyschkonglomerate» der Kronbergzone (HABICHT 1945, 67).

B. Präalpine Fazies³⁰⁾

a) *Klippenmalm*

Es würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, wollte ich hier eine eingehende Beschreibung dieser lithologisch so mannigfaltigen Gesellschaft geben, die besonders eingehend im Dünnschliff untersucht wurde.

Ich beschränke mich deshalb darauf, die zwei großen Faziesgruppen herauszuheben, die sich unterscheiden lassen, und eine konzentrierte Übersicht ihrer mikrolithologisch-paläontologischen Merkmale (Ergebnis aus 15 Schliffen) zu geben. Es wird sich später Gelegenheit bieten (anlässlich der Besprechung der Riginagelfluh (S. 98) Einzelbeispiele heranzuziehen.

a 1) *Dichte Malmkalke mit pelagischem Plankton*

Sie vereinigen in sich blaßgraue-dunkelgraublaue Farbe mit dichtem Korn und splittrig-schuppigem Bruch. Es fehlt nicht an Anzeichen beginnender Rekristallisation (Aufblitzen der Bruchfläche, Nester von hyalinem Kalzit).

Die Mikrostruktur ist entweder (und zwar seltener) kryptokristallin, oder dann trägt sie die typischen Züge der «structure grumeleuse» (vgl. Taf. 9, Fig. 4)³¹.

Dieser Feinstruktur ist, falls das Gestein nicht überhaupt ganz fossilieer ist, eine bezeichnende Gruppe von Mikroorganismen zugeordnet, die einzeln oder in Gemeinschaft auftreten können: Radiolarien, *Calpionella alpina* LORENZ (vom Typus Taf. 9, Fig. 8) und weiter die Chlorophyceen *Globochaete alpina* AUG. LOMBARD (Taf. 9, Fig. 1), *Eothrix alpina* LOMB. sowie feine kalzifizierte Spongiennadeln.

Jedes der erwähnten Mikroorganismen kann maßgebenden Einfluß auf das Faunenbild erlangen oder es gar allein beherrschen (reine Radiolarien-, Calpionel-

²⁹ Die Übereinstimmung mit den echten Mokausakonglomeraten der Westschweiz scheint mir nicht dermaßen zu sein, daß sich der Beiname «Mocausa» hier unbedingt aufdrängt. Man wird gut tun, den Begriff «Mokausakonglomerate» nicht durch allzu weite Fassung zu verwässern und vorläufig nur für jene Gerölle in Anspruch zu nehmen, deren Herleitung aus dem Flysch der Simmendecke keinem ernsthaften Zweifel unterliegt (Rigi!, vgl. S. 104). Gerade das scheint mir aber für die Flyschkonglomerate des Hörnli (entgegen der Ansicht TANNERs 1944, 74) vorderhand nicht eindeutig festzustehen. Man vermißt u. a. die typischen, Dolomit und schwarze Hornsteine führenden Feinbrekzien vom Typus Weißenburg, welche sich am Rigi als unzertrennliche Begleiter der groben Mokausakonglomerate erweisen. Gegenüber letzteren erscheinen die fraglichen Flyschkonglomerate vom Hörnli zudem in ihren Komponenten merklich vielseitiger.

³⁰ Unter dieser Rubrik sind nur jene Gerölle aufgeführt, deren Muttergesteine in der Klippendecke (Préalpes médianes der Westschweiz, zentralschweizerische Klippenberge inkl. Falknis-Sulzfluh) vermutet werden dürfen. Das schließt eine teilweise präalpine Herkunft vieler unter dem allgemeineren Titel «Ostalpin» beschriebener Gerölle selbstredend nicht aus.

³¹ Bei Beschreibung der Kalkgerölle wurde den lithologischen Begriffen (z. T. in Anlehnung an Vorschläge der Berner Schule, vgl. vor allem STÄNDER 1943) folgender Sinn zugrunde gelegt:

Ooid: aus konzentrisch-schaligen (und radialfasrigen) Hüllen aufgebautes Kalkgebilde von meist geometrisch-regelmäßiger Form (Kugeln, Ellipsoide).

Onkoid: Dichtes Kalkkorn von regelmäßiger bis ganz willkürlicher Form, ohne schalig-radialfasriges Gefüge, entweder in unmittelbarer Nähe aufgearbeitet (Kalk-

lenkalke usw.), aber auch mit kleinwüchsigen Textulariidae und einer winzigen *Frondicularia* sp. (vom Aussehen Taf. 9, Fig. 4) in die Rolle mehr oder minder beharrlicher Mitläufer abgedrängt werden.

Seiner Zusammensetzung nach trägt das Mikrofossilbild dieser lithologischen Gruppe also ausgesprochen planktonischen Charakter.

Diesem Faziestypus stehen gegenüber:

a 2) Onkolithische Kalke, Oolithe und organogene Mikrobrekzien

Es ist eine Sammelgruppe von Geröllen, die sich in vielem gegensätzlich zu vorerwähnter Kategorie verhalten:

Farbe und Bruch sind zwar ähnlich, dagegen besitzen sie schon makroskopisch sichtbares Korn, das onkoidisch, ooidisch, mikrobrekziös oder echinodermenspätig sein kann.

Ein verfeinertes Bild dieser Strukturen läßt sich aber erst im Dünnschliff gewinnen, wobei man mit Vorteil Basalzement und «Komponenten» auseinanderhält. Die kalkige Grundmasse zeigt alle Übergänge von «structure grumeleuse» über fortschreitende Aufhellung bis zu klarem Kalzitcement infolge völliger grobkörniger Rekristallisation (Abb. 6; Taf. 9, Fig. 5). In ihr schwimmen die Kalkkomponenten: dichte Onkoide und mustergültige Ooide (beide mit und ohne Kern und wechselnder Aufhellung infolge Rekristallisation) sowie vielseitiger organogener Feindetritus, wobei die Organismentrümmer ihrerseits wieder onkoidisch-ooidische Hüllen tragen können (Taf. 9, Fig. 5).

Das alles verleiht den Geröllen im Handstück und Dünnschliff ein sehr urgonähnliches Aussehen, sodaß wir vielfach berechtigt sind, von einem eigentlichen Pseudourgon zu sprechen. Angesichts dessen lassen sich Irrtümer bei nur makroskopischer Bestimmung (Geröllzählungen!) nicht vermeiden.

Der Faziesgegensatz beschränkt sich nicht nur auf die Lithologie. Er gilt auch für den Fossilinhalt. An Stelle der Schwebeformen des Planktons kommt hier eine Fossilgemeinschaft zur Macht, die wir alles in allem sicher als neritisch-benthonisch (Kalkagen!) bezeichnen dürfen.

Nun sind es vor allem die Foraminiferengattungen «*Coscinoconus*»³² und *Pseudocyclamina* und die Kalkalge *Glypeina*, die das Bild beherrschen. Im einzelnen: *Trocholina alpina* (LEUPOLD) in allen typischen Schnitten (Taf. 10,

schlammgeröll, allothigenes Onkoid), oder an Ort und Stelle ausgefällt (authigenes oder syngenetisches Onkoid), oder endlich diagenetischer Entstehung (epigenetisches O.).

Organogener Detritus: Aus Trümmern organischer Hartteile bestehender Kalksand.

Je nach dem Überwiegen der einen oder anderen Komponente ergeben sich: Reine Oolithe, Onkolithe, organogone Sandkalke (bzw. Mikrobrekzien), die durch Übergangstypen verbunden sind.

Die relative Korngröße gilt als Kriterium für folgende Dünnschliff-Strukturen: kryptokristallin: völlig dicht, auch bei starker Vergrößerung ohne scharf umgrenztes, sichtbares Korn und ohne Pigmentzusammenballung.

Grumeleux-Struktur: dicht, aber mit wolkigen Pigmentkonzentrationen, partiellweise auch Aufhellung infolge beginnender Rekristallisation.

Kristallin (körnig): einzelne Kalzitkristalle gut unterscheidbar. Je nach Korn-durchmesser: Fein-, mittel-, grobkristallin.

³² Es besteht dringender Verdacht, daß die Gattung *Coscinoconus* LEUPOLD 1935 mit *Trocholina* PAALZOW 1922 identisch ist. Auf Grund der geltenden Nomenklaturregeln ist der Genusname *Coscinoconus* einzuziehen. Vgl. dazu S. 148 und HENSON 1948, S. 448.

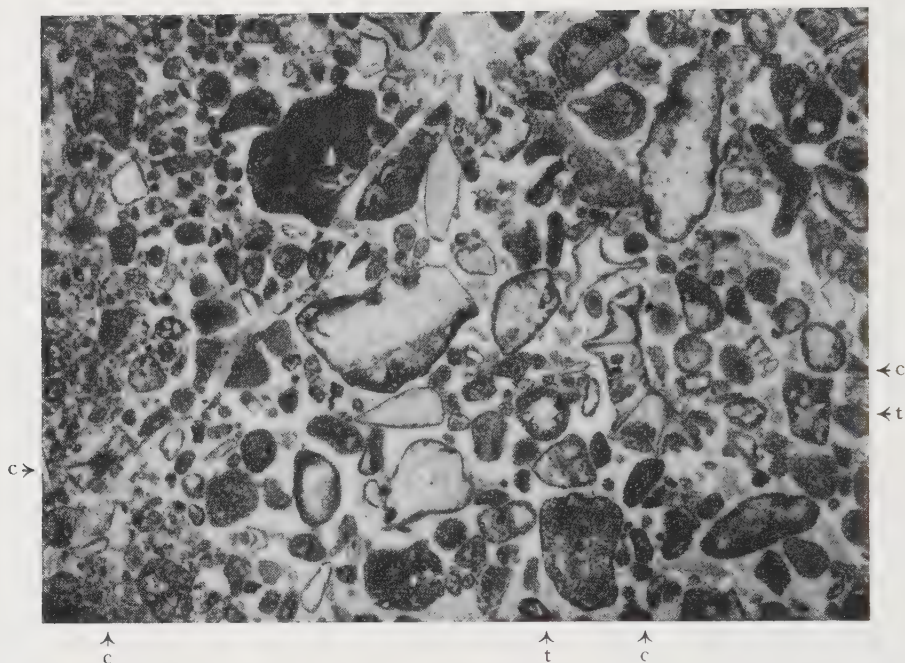


Abb. 6. Onkolithischer Kalk, reich an organischem Detritus: *Clypeina jurassica* FAVRE & RICHARD (c), *Trocholina alpina* (LEUPOLD) (t). Bindemittel teils noch krümelig, teils schon rekristallisiert. — Tithon vom Typus Préalpes médianes. Nagelfluhgeröll Baarburg (Torton). SPECK, Schl. 14, 17 x.

Fig. 11, 13; Abb. 6), hin und wieder vergesellschaftet mit der hochkonischen *Trocholina elongata* (LEUP.) (ähnlich Taf. 10, Fig. 10), *Clypeina jurassica* FAVRE & RICHARD (Abb. 6) und eine weitere, schlecht überlieferte Art dieser Gattung, die *Clypeina inopinata* FAVRE nahezustehen scheint. Mehr oder weniger treue Begleiter dieser Hauptformen sind *Nautiloculina* cf. *oolithica* MOHLER (Taf. 9, Fig. 5), *Pseudocyclammina lituus* YOK., *Conicospirillina* sp. (selten), sowie zahlreiche Milioliden und Textulariden.

Makrofossilien-Grus tritt in wechselnden Mengen hinzu: Echinodermenbruchstücke (Seeigelstacheln, Krinoidenplatten), Schalenbruchstücke, Kleingastropoden, Bryozoen, Korallen (*Lovčeniopora* sp.). Auch einem Teil der Onkoide möchte ich organogenen Ursprung zusprechen.

Naturgemäß ist die Grenze zwischen beiden Strukturgruppen keine scharfe, sondern es existieren Übergangstypen, die dann erwartungsgemäß auch eine Mischfauna von Plankton- und Benthosformen zeigen, was aber die Geltung der Faustregel nicht beeinträchtigt, daß die Gemeinschaft des Planktons mehr den dichten, jene des neritischen Benthos mehr den onkolithisch-oolithischen Typus bevorzugt.

Verbreitung. Kalke dieser zwei Hauptgruppen sind im Hörnlitorton weit verbreitet (vgl. auch TANNER 1944), werden aber auch schon aus dem Oligozän der Speer-Kronbergzone gemeldet (HABICHT 1945, 67), und für ihre Existenz im Bereich der bunten Reginagelfluh werden wir selbst noch Belege beibringen.

Unter den besprochenen Mikroorganismen ist besonders das Paar *Calpionella-Clypeina* zu einer bindenden Altersaussage fähig.

Die Tintinnoide *Calpionella alpina* LOR. hat ihren leitenden Wert für die Jura/Kreide-Wende trotz Anfechtungen behauptet. Ihr zeitliches Schwergewicht liegt im alpinen Raum und besonders im Querschnitt der Schweizeralpen im Tithon-Infravalange. Ihr neritischer Gegenspieler ist die Kalkalge *Clypeina*, die im alpinen Faziesgebiet im Oberthiton beginnt und nach unserem gegenwärtigen Wissen das Infravalange nicht überlebt (LEUPOLD & MAYNC 1935; WEISS 1949).

Gute Dienste für eine Altersfestlegung leisten auch die zu den Trocholinen zu stellenden «*Coscinocoenus*» *alpinus* und «*Coscinocoenus*» *elongatus* LEUP. Wenn die stratigraphischen Grenzen der Gattung gegenüber den ersten Befunden (vgl. LEUPOLD & BIGLER 1935) auch nach oben und unten erheblich auszuweiten sind und hier noch wichtige systematische Fragen endgültiger Klärung harren (worauf auf S. 148 näher eingegangen wird), so sprechen doch die lithologischen Merkmale der hier in Frage kommenden Gerölle eindeutig gegen Dogger und für Malm-basale Unterkreide.

Alles in allem — man kann hier auch noch die LOMBARDsche Chlorophyceenflora zu Rate ziehen — besitzen wir mannigfache Kontrollmöglichkeit, die uns Gewähr gibt, daß wir mit der Altersbezeichnung Malm-Valange s.l. die stratigraphische Reichweite besagter Gerölle voll erfassen, wenn nicht gar überdehnen. Insbesondere darf im Falle der Präalpen — und mit ihnen wird man sich in der Frage der Beheimatung in erster Linie auseinanderzusetzen haben — der onkolithisch-oolithischen Fazies eher hohe Stellung innerhalb des Malms zugewiesen werden (Mündl. Mitteilg. von Dr. H. WEISS, dessen eingehende lithologische und mikrofaunistische Kenntnis des Präalpenmalms ich immer wieder für meine Problemstellungen in Anspruch nehmen durfte).

a 4) Die Frage der Herkunft

Der Verdacht präalpiner Herkunft, welcher, wie wir bereits angetönt haben, auf diesen altersmäßig als Malm gesicherten Komponenten ruht, wird durch den lithologischen und mikropaläontologischen Vergleich mit der Klippendecke verstärkt.

Vom Grabser Deckenzeugen im Osten über die zentralschweizerischen Klippenberge hinweg bis zur großen Schubmasse der Préalpes médianes haben wir es mit absolut gleichgearteten Malmgesteinen zu tun. Die reiche Belegsammlung, die den Malmstudien von H. WEISS zugrunde liegt und die wir in Handstück und Dünnschliff auch für unsere Zwecke stets zu Rate ziehen durften, bringt dies mit aller Deutlichkeit zum Bewußtsein.

Dieser Ableitung aber droht von anderer Seite eine gewisse Gefahr. Bekanntlich entwickelt auch der helvetische Ablagerungsraum um die Malm-Kreidewende Gesteinsfazien, die ganz erheblich gegen präalpines Tithon etwa vom Typus Simmental konvergieren, es sei nur an Troskalk, Oehrlikalk und Valangienkalk erinnert. Und zwar liegt deren Hauptverbreitung im nördlichen Helvetikum, während diese Kalke gegen Süden hin von mehr bathyalen Fazies verdrängt werden. Doch haben wir, wie die Verhältnisse in der Westschweiz lehren (Mont Bifé, Adelboden), mit Annäherung an die südhelvetische Schwelle eine Erhöhung der neritischen Faziesglieder in Rechnung zu stellen.

Das alles hätte für unsere Fragestellung natürlich wenig zu bedeuten, wenn wir nicht seit kurzem wüßten, daß das Helvetikum tatsächlich Gerölle

in die tortone Nagelfluh entsandt hat, und zwar nicht nur untereozänen Nammulitenkalk, sondern höchstwahrscheinlich auch helvetisches Urgon (LEUPOLD u. a. 1942). Wenn aber schon Schrattenkalk der Erosion offen lag, muß man immerhin die Möglichkeit einräumen, daß auch noch tiefere Glieder der helvetischen Unterkreide bis hinab ins Tithon an der Geröll-Lieferung mitbeteiligt waren.

Erinnern wir uns einmal mehr der Tatsache, daß der Herkunftsort der Ophiolithe, der bunten Granite und Radiolarite mit guten Gründen im Unterostalpin gesucht werden darf, bedenken wir ferner, daß unverkennbare Gesteine der Falknisdecke (Tristelbrekzie) keineswegs fehlen, so werden wir einen guten Teil der beschriebenen Malmkalke als Klippenmalm (inkl. allerunterste Kreide) aufzufassen haben.

Daneben kann die Möglichkeit helvetischer Herkunft vorderhand nicht rundweg abgelehnt werden. Aufgabe künftiger Geröllforschungen bleibt es, die beiden Anteile gegeneinander abzugrenzen, was vielleicht auf mikropaläontologischer Grundlage möglich sein wird, sobald einmal die betreffenden alpinen Serien eine gute Durcharbeitung erfahren haben.

Daß aber Sandfreiheit allein kein zuverlässiges Kriterium für helvetische Heimat ergeben kann, wie man nach TANNER 1944, S. 65 glauben könnte, lehrt schon ein Blick auf die Grabser- und Mythenfazies.

b) *Falknis-Malm*

Es mag überraschen, daß die eigenartigen kristallinen Malmbrekzien vom Typus der Falknisdecke mit ihrem granitischen Grob- und Feinschutt bisher in der Molassenagelfluh nicht gefunden wurden, während doch die Falkniskreide durch den Nachweis von Tristelbrekzien gut belegt ist. Vielleicht sind hier fazielle Verarmungs- und Auskeilungsphänomene (Aussetzen der kristallinliefernden Schwelle gegen Westen!) mit im Spiel.

c) *Falknis-Urgon* (Tristeltypus), vgl. S. 100

d) *Falknis-Gault*

Die glaukonitischen Kalke, Kieselkalke, Sandkalke und Quarzite von flyschähnlichem Habitus sind bei der Geröllanalyse als eine Gruppe aufgefaßt und dem «Oberkreideflysch» zugeteilt worden. Damit ist aber zugegebenermaßen nur ihr stratigraphischer Schwerpunkt erfaßt, der nach meinen Erfahrungen in die Oberkreide zu liegen kommt. Nach unten kann die Gemeinschaft sehr wohl noch in den Gault (ja sogar ins Neokom s.l.) hinabgehen. In diesem Sinne sind die Angaben von CADISCH über Vorkommen unterostalpinen Gaults in der ostschweizerischen Nagelfluh zu verstehen (1923, 1930).

Bei meiner beschränkten Kenntnis des unterostalpinen Gaults vom Typus Falknis-Sulzfluh hielt ich es für ratsam, die oberwähnte «Oberkreide»-Gruppe nur auf mikropaläontologischen Zwang hin zeitlich aufzuspalten. Eine bloß lithologische Ausscheidung des ostalpinen Gaultanteils hätte völlig willkürlich ausfallen müssen.

e) *Couches rouges* (Oberkreide)

Eigene Funde, die einer Deutung als Couches rouges standhalten würden, kann ich nicht anführen. Ein weißer Globotruncanenkalk aus dem Hörnligebiet wird von TANNER (1944, 63) und LEUPOLD (1942) — wir werden auf die gegebene Begründung noch zurückzukommen haben — dem Seewerkalk zugerechnet.

Wohl aber sind «Übergangstypen vom Gault zu den Couches rouges mit typischer Globigerinen- und Lagenenfauna» aus dem Steintal b. Wattwil bekannt geworden (CADISCH 1923, 226). Und nach ESCHER-HESS (1907, 20) kommt roter, feiner, oft schiefriger «Seewerkalk ... in der Klippenfacies» im Torton des Hörnlfächers vor. «wenn auch nicht häufig», wobei als alpine Vergleichsserien ausdrücklich die Couches rouges der präalpinen Oberkreide (Mythen, Simmenfluh, Stockhorn) herangezogen werden.

Es schien angezeigt, beim heutigen fortgeschrittenen Stand der Globotruncanenstratigraphie das der ESCHERschen Beschreibung zugrunde gelegte Dünnschliffmaterial (Nr. 116, 767 Sammlg. EH Geol. Inst. ETH) einer Revision zu unterziehen. Die einschlägigen Gerölle selbst konnten leider nicht mehr ausfindig gemacht werden.

Die Durchsicht ergab folgendes: In dichter, durch ungleiche Pigmentverteilung rötlich-grau gefleckter Grundmasse schwimmt eine Kleinforaminiferen-Fauna, wie sie für die pelagische Oberkreide so bezeichnend ist: Globotruncanen, Globigerinen und «*Lagenidae*» (Taf. 9, Fig. 3), dazu isolierte Prismen und größere Fetzen von Inoceramen und verhältnismäßig zahlreiche Echinodermentrümmer.

Die Globotruncanen gehören der *lapparenti*-Gruppe an, die durch folgende Subspezies vertreten ist: *G. lapparenti lapparenti* BOLLI, *G. lapparenti tricarinata* (QUEREAU), *G. lapparenti coronata* BOLLI. Der Gemeinschaftsbereich dieser sich nach BOLLI (1944, 239) vertikal überschneidenden Formen liegt im Turon und Untersenon. Auffällig ist das an Seewerkalk gemahnende Massenaufreten der «Orbulinarien» *Stomiosphaera sphaerica* (KAUFM.), *Pithonella ovalis* (KAUFM.) und einer dritten, dunkelschaligen Form, die gestaltlich mit *St. sphaerica* etwa übereinstimmt, sich aber durch abweichende Wandstruktur auszeichnet: *Cadosina lapparenti* n. sp. (Taf. 9, Fig. 3, für Einzelheiten wird auf die taxonomisch-nomenklatorischen Ausführungen S. 142 verwiesen). Auch *Gümbelina globulosa* (EHRENB.) ist im Faunenbild vertreten.

Angesichts des Massenvorkommens von Orbulinarien, diesen «gemeinsten Petrefakten des Seewerkalkes», wie sich KAUFMANN bei ihrer Urbeschreibung ausdrückt, ist man wirklich versucht an helvetischen Seewerkalk zu denken, und eine solche Diagnose wäre zur Not auch mit der roten Farbe des Gesteins noch vereinbar, da ja schon das südhelvetische Faziesgebiet strichweise die Rot-schieferfazies des Unterostalpins vorwegnimmt (Churfürsten, Bürgenstock, «ultra-helvetischer» Liebensteiner Kalk E Rhein).

Ein Versuch, diese von verschiedenen Autoren gefühlsmäßig gehandhabte These vom helvetischen Leitwert der Orbulinarien anhand der maßgebenden Literatur und persönlicher Umfragen zu erhärten, schlug fehl. Auf Grund des Ergebnisses — es wird, da es für die Geröllforschung einiges Interesse beanspruchen darf, bei Anlaß der Seewerkalk-Diskussion ausführlicher besprochen werden — glaube ich, nicht zuletzt im Vertrauen auf die unvergleichliche lithologische Erfahrung eines ESCHER-HESS, an der Deutung obigen Gerölles als Klippen-Couches rouges festhalten zu dürfen. In diesem Sinne mag auch die stark echinodermische Ausbildung des Gerölles sprechen. Spätige Kalke solcher Art sind meines Wissens wohl in der unterostalpinen (SCHWARTZ 1945, 119), nicht aber in der helvetischen Oberkreide vertreten.

C. Helvetikum

(inkl. südhelvetisch-nordpenninischer Flysch)

Bereits bei den Pionieren der Molasseforschung (STUDER, ESCHER, KAUFMANN) finden sich Angaben über helvetische Gerölle. Durch die Erkenntnis vom

Deckenbau der Alpen und den postmiozänen Ansatz der orogenen Hauptphasen büßten diese Diagnosen viel an Wahrscheinlichkeit ein. Erst in neuerer Zeit schlägt das Pendel der Erkenntnis (infolge Auffindens sicherer südhelvetischer Nummulitenkalke und schrattenkalkverdächtiger Urgongerölle) wieder zu Gunsten der alten Ansicht zurück (LEUPOLD u. a. 1942).

a) *Urgon*

Das von D'ORBIGNY (1810) nach der Typuslokalität Orgon E Tarascon geschaffene «Urgonien» wurde ursprünglich als selbständige Stufe aufgefaßt, die sich zwischen Neokom und Albien einschieben sollte. Heute wissen wir, daß es sich um eine hochneritische (Salpingoporellen!) Fazies der Unterkreide handelt, die vom Unterbarrême bis ins Unterapt hinaufsteigen kann. Als Charakteristikum der Urgonkalke mag weniger ihr Gehalt an Korallen, Rudisten und Nerineen gelten (der auf weite Strecken fehlen kann) als ihr Reichtum an organogenem Detritus, im besonderen an Foraminiferen (BLANCHET 1918). Unter letzteren sind Milioliden und Orbitolinen reich vertreten. Dazu kommt die Kalkalge *Salpingoporella mühlbergi* (LOR.), die nach unserem heutigen Wissen geradezu als Faziesfossil für Urgon betrachtet werden darf.

Typischer Vertreter des Urgons im alpinen Gebiet ist der «Schrattenkalk» des Helvetikums. In den Arbeiten von LORENZ (1902) und TRÜMPY (1916) ist unter dem Namen «Tristelbrekzie-Tristelkalk» auch aus der Falknisdecke des Rätikons ein sicheres Urgonniveau namhaft gemacht worden, das sich in der Folge auch im unterostalpinen Rahmen des Unterengadiner Fensters, nicht aber in der Klippendecke gefunden hat.

Anklänge an Urgonentwicklung treten übrigens auch in den tiefsten Niveaus der helvetischen Unterkreide auf, so im Oehrlikalk (Infravalange), im Valangienkalk, ja sogar im Klippentithon.

Sie mit als Urgonkalke anzuführen, wie es gelegentlich geschieht, ist aber ungenau, vor allem wenn man mit BLANCHET die Bezeichnung «Urgon» nur dann zuerkennt, wenn nicht nur die lithologischen, sondern auch die mikropaläontologischen Bedingungen vom betreffenden Gestein erfüllt werden. Solchen «Pseudo-Urgonkalcken» wird hier das Attribut «urgonähnlich» beigelegt.

a 1) *Typen von Urgongeröllen*

Ein für jeden Fall unfehlbares Rezept zur makroskopischen Aufteilung der urgonverdächtigen Geröllgemeinschaft in Typen von Schrattenkalk- und solche von Tristelurgon gibt es nicht³³. Man muß mit einer Art Faustregel vorlieb nehmen und auf Grund von Kriterien wie Farbe, Sand- und Dolomitgehalt usw. eine Entscheidung treffen. Auf diese Weise läßt sich eine Gruppe vom Aussehen des typischen Tristelurgons (dunkelblau-blaugrau, stark spätig, vielfach mit Milchquarzen und ockergelben Dolomiten) abtrennen von einer hellerfarbenen, oolithisch-onkolithischen «Schrattenkalk»-Gruppe, wobei allerdings nicht zu verhüten ist, daß diese letztere durch unerwünschten Zuwachs von atypischen Tristelkalcken (und urgonähnlichen Malm-Unterkreidegesteinen, vgl. S. 37) überdehnt wird.

³³ Wie denn angesichts der konvergenten Faziesentwicklung, die verschiedene andere alpine Schichtglieder einschlagen (u. a. das präalpine Tithon und die helvetische Unterkreide!), es sogar schwer fällt, nur schon die Urgonnatur eines Gerölles von bloßem Auge einwandfrei zu bestimmen. Erst die Mikrofauna kann hier die Entscheidung bringen.

Es sind hellbraungraue bis braunrötliche, flachmuschlig brechende Kalke mit onkolithisch-oolithischem oder leicht spätig-echinodermischem Aussehen und grauweißer Anwitterung. Reste von Makrofossilien sind verhältnismäßig selten, Leitformen des Schrattenkalkes wie Requienien und Nerineen haben sich in bestimm-baren Exemplaren nicht gefunden. Dagegen sind nicht selten Gerölloberflächen förmlich gespickt mit reliefartig hervorragenden, ausgewitterten Orbitolinen.

Charakteristisch ist der Mikrofossil-Inhalt. In kalkiger Grundmasse schwimmt ein feintrümmeriger, vielseitig zusammengesetzter, organischer Detritus (Echinodermenreste, Bruchschill von Muscheln und Gastropoden, Bryozoengrus, Kalkalgenbruchstücke usw.), zu dem sich zahlreiche Foraminiferen gesellen. Als leitende Mikrofossil-Assoziation darf die Dreiheit *Milioliden-Salpingoporellen-Orbitolinen* gelten. Sie fehlt kaum einem Schliff.

Die *Miliolidae* sind mit mehreren Genera vertreten (u. a. *Biloculina* sp., *Triloculina* sp., *Quinqueloculina* sp.). Eine artliche Bestimmung der Orbitolinen wurde nicht versucht. Es wäre dies auch beim heutigen Stand der Orbitolinen-Systematik ein schwieriges Unterfangen gewesen. Bei der *Salpingoporella* handelt es sich um *Salpingoporella mühlbergi* (LOR.) (Abb. 7), die Kalkalge des Schrattenkalkes, zugleich Genotyp und einzige bisher bekannte Art der Gattung.

Damit ist aber der Mikrofossil-Inhalt noch lange nicht erschöpft. Die «Schrattenkalk»-Gerölle beherbergen noch eine ganze Reihe bisher kaum bekannter Formen, die auch in rein paläontologischer Hinsicht hohes Interesse beanspruchen können. Sie sind im mikropaläontologischen Abschnitt zur Behandlung gelangt, weshalb ich es hier bei einem kurzen Hinweis bewenden lassen kann:

Neben Nautiloculinen (u. a. einer großwüchsigen *Nautiloculina* n. sp., aff. *oolithica* MOHLER, vgl. S. 145 u. Taf. 9, Fig. 6, 7), echten Trocholinen (und zwar «*Coscinococonus*» cf. *alpinus* LEUP. wie «*Coscinococonus*» cf. *elongatus* LEUP., Taf. 10, Fig. 10) fällt eine gelbkalkitische Rotalide auf, nach ihrem Aussehen im Schliffbild eine «Pseudo-Trocholina» (Taf. 10, Fig. 14—17 und S. 155).

Die Gattung *Orbitolinopsis* ist mit mehreren stark abweichenden Formtypen vertreten (Taf. 11, Fig. 25, 28, 29, 31). Formen wie Taf. 11, Fig. 23—24 sind am ehesten beim Genus *Coskinolina* unterzubringen (vgl. S. 160).

Neben den Salpingoporellen behaupten sich auch andere Kalkalgen wie *Acicularia* sp. (Taf. 9, Fig. 2 und S. 140) und ? *Archaeolithothamnium*.

Großwüchsige und auffallend grob agglutinierende Foraminiferen vom Typus der Taf. 11, Fig. 20—22 und S. 158 lassen sich auch auf *Lituolidae* beziehen. In mehreren Arten konnte auch die Gattung *Cuneolina* nachgewiesen werden (z. B. Taf. 11, Fig. 32; Taf. 12, Fig. 33; vgl. auch S. 164).

Die erwähnte Rotalide, die Vertreter der Genera *Coskinolina*, *Cuneolina*, *Nautiloculina* sowie die Kalkalge *Acicularia* werden hier m. W. für den Schrattenkalk (und z. T. für gesamtschweizerisches Gebiet überhaupt) erstmals namhaft gemacht³⁴.

In lithologischer Beziehung lassen sich etwa folgende Mikrostruktur-Typen unterscheiden, wobei aber Übergänge vermitteln:

1) Onkolithisch-oolithischer Urgonkalk, sandfrei (Abb. 7). Mikrostruktur grob- bis feinonkolithisch-oolithisch, seltener rein oolithisch, voll von organi-

³⁴ Einmal mehr zeigt sich, wie wertvoll und ergebnisreich eine systematische mikroskopische Durcharbeitung der Urgonkalke vom Typus Schrattenkalk und Tristelbrekzie sein müßte, wo sich eine ganze Reihe neritischer Faziesfossilien ein Stelldichein zu geben scheinen (*Orbitolina*, *Orbitolinopsis*, *Coskinolina*, *Cuneolina*, *Miliolidae*, *Salpingoporella*, um nur die wichtigsten zu nennen).

schem Detritus, z. B. richtige organogene Trümmerkalke. Basalzement völlig rekristallisiert, glasklar. Organismentrümmer und Onkoide meist von ein- oder mehrschaligen Ooidhüllen umgeben.

Die Ähnlichkeit mit dem Schliffbild des helvetischen Schrattenkalkes ist verblüffend.

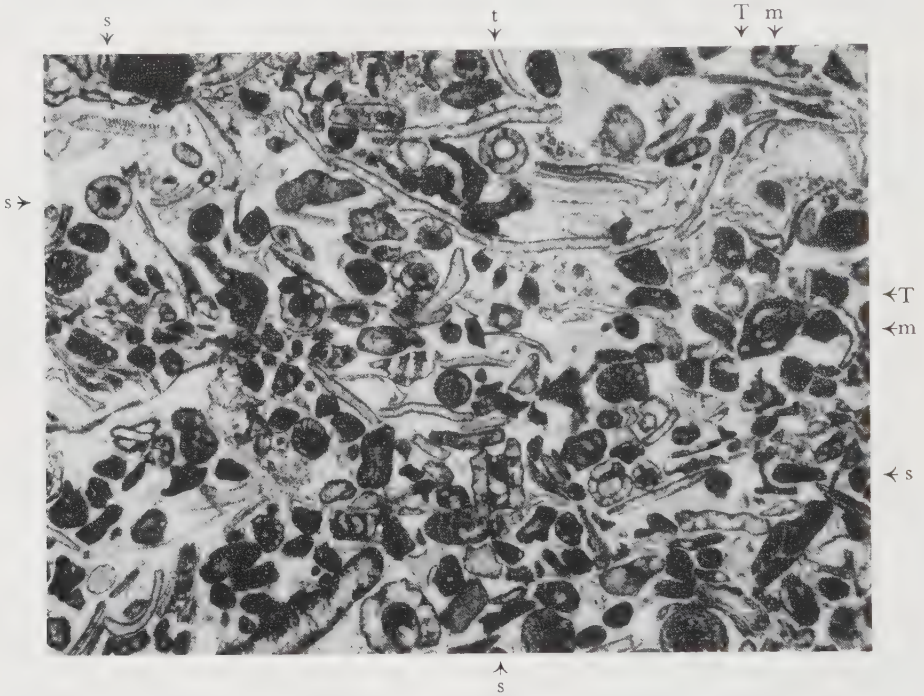


Abb. 7. Organogendetritischer Urgonkalk, sandfrei. Mit glasklar rekristallisierter Grundmasse. *Salpingoporella mühlbergi* (LOR.) (s), Milioliden (m) und Schalenrümmer (t); dazu im gleichen Schliff: Orbitolinen, Bryozoenästchen, *Trocholina cf. alpina* (LEUPOLD) (T). — Helvetischer Schrattenkalk. Nagelfluhgeröll Baarburg (Torton). SPECK, Schl. 12a, gleicher Schliff wie Taf. 8a, 17x.

2) Grumeleux-Urgon (Taf. 9, Fig. 7). In ungewohnt dunkler grumeleux-Grundmasse (über den Begriff vgl. Fußnote 31, S. 36) schwimmen strukturlose Onkoide und gleichfalls dunkel pigmentierter, organischer Trümmersand, wobei das Massenvorkommen der Miliolidae ins Gewicht fällt. Vielfach macht sich bereits Aufhellung der Grundmasse in Form glasklarer Kalzitinseln bemerkbar infolge umschgreifender Rekristallisation.

Dieser Grumeleux-Typus ist den helvetischen Decken nicht so fremd, wie ich anfänglich vermutete. Vom Lopperberg (Pilatus) und von Seewen (beides ob. Schrattenkalk), ferner vom Wägital und den Churfürsten sind mir Schrattenkalk-Schliffe vorgelegen, die von meinen Geröllschliffen ununterscheidbar sind.

3) Sandiger Urgonkalk (Taf. 8, b). Hauptmerkmal ist der oft beträchtliche Gehalt an detritischem Quarz. Hand in Hand damit zeigen gewisse Benthosforaminiferen wie Orbitolinen und Cuneolinen starken Hang zur Agglutinierung von feinem Quarz (Taf. 12, Fig. 33). Oft steigert sich der Sandgehalt bis zum eigentlichen Sandkalk. Im übrigen sind die Mikrostrukturen 1) und 2) vertreten, d. h. der Basalzement ist bald glashell rekristallisiert, bald krümelig mit beginnender Aufhellung.

In Einzelfällen kommen Orbitolinen so zahlreich vor, daß man von regelrechten Orbitolinenkalken reden kann und Bilder entstehen, wie sie uns in den Orbitolinen-schichten des helvetischen Schrattenkalkes begegnen.

a 3) *Urgongerölle vom Tristeltypus*

Es sind fein- bis grobspätige, dunkelgraublaue-blauschwarze Spatkalke mit Übergängen zu eigentlichen dolomitführenden Echinodermenbrekzien. Wechselnd wie das Korn ist der Gehalt an detritischem (gerolltem und splittrigem!) Quarz, der sich bis zu regelrechten Sandkalke steigern kann. Allen Angehörigen der Gruppe ist lichtgraue, rauhe Anwitterung gemeinsam.

Im Dünnschliff zeigt das Gestein oolithische bis organogen-detritische Struktur, viel Quarzsand, einzelne Brocken ockergelben Dolomit und dichten Kalk (? Malm), ferner stark serizitisierte Feldspattrümmer, Chloritfetzen und fragliches Kristallin. Die im ganzen eher rekristallisierte Kalzitgrundmasse ist von Limonit und Hämatit kräftig braunrot verfärbt. Wo sich die Komponenten berühren, kommt es zu Anlösungen und regelrechten stylolithischen Verzahnungen. In vereinzelt tiefgrünen Körnern erscheint Glaukonit.

Bei den organischen Komponenten kommt den Echinodermentrümmern (Seeigelstacheln, Krinoidenplatten) der Löwenanteil zu. Mengenmäßig an zweiter Stelle folgen Bivalvenbruchschill und *Miliolidae*. Dazu treten Orbitolinen, eine *Coskinolina* sp., ähnlich jener von Taf. 11, Fig. 23, 24, kleine Gastropoden, Bryozoenäste, Textularien und verschiedenartige Algenreste. Das Vorkommen eindeutiger *Salpingoporella mühlbergi* (LOR.) ermöglicht eine sichere Alterszuweisung (Barrême-Apt).

Eine interessante Spielart mag hier noch beschrieben werden:

Es handelt sich um einen feinspätigen, dunklen Kalk, der im Schliff zu etwa 30% aus eckigen, bis 0.8 mm großen Quarzsplittern besteht. Die Quarze sind von einer braunen, im Auflicht kalkig erscheinenden Ooidhülle umrindet. Bei gekreuzten Nicols aber entpuppt sich die Ooidschale als aus Quarz bestehend, wobei das ganze Ooid, d. h. Quarzsplitter und sekundäre Hülle, einheitlich auslöscht. Offenbar haben wir es mit nachträglich verkieselten Kalkschalen zu tun, wobei gesetzmäßige Anlagerung an den detritischen Quarzkern stattfand³⁵.

Die (im übrigen recht spärlichen!) tristelähnlichen Gerölle der chattischen Rigi-Roßberg Nagelfluh stimmen in ihrem ganzen lithologischen und mikrofaunistischen Habitus durchaus mit denen des Tortons überein. Zum Vergleich wird auf die Einzelbeschreibungen auf S. 100 hingewiesen.

a 4) *Die Heimat der tristelähnlichen Urgongerölle*

Wenn wir im heutigen alpinen Rückland nach der vermutlichen Heimat dieser dunklen, quarz- und dolomitführenden Echinodermenkalke Umschau halten, so weisen, wie gesagt, alle Anzeichen auf die Falknis-Sulzfluhdecke hin. Tatsächlich lassen die Analogien zur Tristelkreide sowohl in mikrofaunistischer als auch petrographischer Fazies nichts zu wünschen übrig. Eine Ableitung aus dem tektonischen Niveau der Falknisdecke würde sich auch sehr gut mit den bisherigen Analyseergebnissen der Baarer Nagelfluh vertragen. Für gleiche Herkunftsdeutung haben sich im Falle analoger Gerölle der Hörlnagelfluh auch CADISCH (1923, 1930) und TANNER (1944) entschieden.

Eine Verwechslung mit dem Schrattenkalk des Helvetikums ist weder im Handstück noch unter dem Mikroskop möglich. Graublaue-blauschwarze Spatkalke mit Dolomitbrocken und kristallinem Detritus sind m. W. aus dem helvetischen Urgon noch nie gemeldet worden.

Verwechslungsgefahr beim Fehlen altersbeweisender Mikrofossilien besteht aber mit gewissen hochkretazischen Serien des penninischen Kreideflysches. Ich denke da etwa an die

³⁵ Eine anschauliche Beschreibung solch sekundärer Verquarzung von Kalkooiden mit klastischem Quarzkern gibt D. TRÜMPY (1916, 122), nach welchem diese Erscheinung in den oolithisch-organogenen Kalken des Falknisgault weit verbreitet ist.

Siderolites-Sandkalke und Kalkbrekzien der Gyrenspitzschichten im Prättigau, die zumindest im Handstück von den feinspätigen, lichtgrauen Tristelvarietäten nicht unterscheidbar sind³⁶. Solche Mißdeutungen dolomitführender *Siderolites*-Gerölle sind zweifellos verschiedentlich vorgekommen.

Sichere Tristelbrekzien sind von FRÜH und LUDWIG als hauptdolomitführende Lias-Krinoidenbrekzien gedeutet worden (Belegsammlg. Geol. Inst. ETH). Auch hinter den Echinodermenbrekzien des Neokoms von FRÜH (1888, 15) verbergen sich Gerölle von zweifellosem Tristeltypus.

Streng genommen müßten wir eigentlich noch eine weitere Herkunftsmöglichkeit ins Auge fassen. Die Arbeiten von M. RICHTER (u. a. 1937) und E. KRAUS (1932, 1936) haben dargetan, daß im Vorarlberg-Allgäu an der Basis der *Sigiswanger-Oberstorfer Flyschdecken* ein regelrechtes *Urgon-niveau* (mit Orbitolinen und *Salpingoporella mühlbergi*) erscheint, das faziell nicht so sehr an den helvetischen Schrattekalk, sondern vielmehr an das Tristelniveau des Falknis anklängt.

Nun müßten aber eigentlich die genannten Flyschdecken am schweizerischen Alpenrand in irgendeiner Form ihre Fortsetzung finden, außer man ließe sie denn an der Rheinlinie plötzlich auskeilen, eine Annahme, die doch recht gezwungen anmutet. KRAUS hat auch tatsächlich Äquivalente seiner *Sigiswanger Decke* im Fährnergebiet, bei Wildhaus und sogar im Wäggital wiederzuerkennen geglaubt (1932a). Wenn dem so ist — und die neuesten Forschungen deuten ganz darauf hin, daß KRAUS in vielem richtig gesehen hat —, dann könnte natürlich auch die Wäggitaler Flyschdecke in ihren abgewitterten, südlicheren Partien ein *Tristelniveau* mit sich geführt haben.

Die tektonische Konzeption von KRAUS anerkennend, bezieht beispielsweise auch HABICHT (1945, 66) die Tristelgerölle der Speerzone zusammen mit den überaus bezeichnenden oberkretazischen Flyschsandkalcken usw. aus ein und derselben tektonischen Einheit, der Oberstorfer Flyschdecke im Sinne von KRAUS.

Eine solche Ableitung der Tristelgerölle aus der Unterkreidebasis der penninischen Flyschdecke LEUPOLDS (wobei dieser Flysch schon recht nahe an den Ablagerungsraum der Falknisdecke herangereicht haben kann!) muß allen Ernstes in Erwägung gezogen werden.

a 5) Die Heimat des schrattekalkähnlichen Urgons

Die Denkmöglichkeiten zur Herleitung der «Schrattenkalk»-Gerölle hat LEUPOLD (1942) in meisterhafter Weise aufgezeigt. Auf seine Ausführungen sei hier nachdrücklich verwiesen.

Ein Versuch, den dort einander gegenübergestellten Möglichkeiten nord- oder südhelvetischer Abkunft³⁷ auf Grund direkter Dünnschliff-Vergleiche näherzukommen, scheint einigermaßen aussichtsreich zu sein. Herr Dr. W. BRÜCKNER-Basel hat es mir ermöglicht, einen ersten Beitrag in dieser Richtung

³⁶ Für die freundliche Überlassung von Vergleichsstücken und Schliffmaterial aus den Gyrenspitzschichten des Prättigauflysches und dem Tristelniveau der Falknisdecke habe ich meinem Freund, Dr. P. NAENNY, herzlich zu danken.

³⁷ Die schrattekalkähnliche Geröllsuite einfach als Sonderfazies der «Tristelkalke» zu betrachten, geht angesichts der großen lithologischen (und faunistischen?) Unterschiede nicht an (vgl. auch LEUPOLD u. a. 1942). Ganz abgesehen davon, daß auch Anwesenheit unbestreitbarer südhelvetischer Nummulitenkalke vom Typus Einsiedeln für die Tortonnagelfluh gesichert ist, neben denen sich echte Schrattekalke also keineswegs als Fremdkörper ausnehmen.

zu leisten, indem er sich in selbstloser Weise anerbote, meine Schliffe auf ihre Verwandtschaft mit dem Schrattenkalk der zentralschweizerischen Decken durchzusehen. Er kam zu folgendem Ergebnis:

Die Annahme einer nördlichen Abkunft (also von einem parautochthonen Schubsplinter vom Typus Wageten) findet im Faziesvergleich keine Stütze. Es ließe sich dafür nicht mehr als «eine nur entfernte Ähnlichkeit» ins Treffen führen.

Dagegen besteht in gewissen Schliffen völlige Identität mit dem mikrolithologischen Habitus des oberen Schrattenkalke der Drusbergdecke (Bauen-Brisen, Schlichsammlg. FICHTER, Geol. Inst. Basel). Für die sandigen Urgongerölle erbrachte die Überprüfung starke Anklänge, wenn auch keine völlige Übereinstimmung mit den ob. Orbitolinenschichten derselben Gegend³⁸.

Dieses mikrolithologische Urteil kann auch nach der mikropaläontologischen Seite hin ergänzt werden. So lassen sich nach Prof. M. REICHEL-Basel, dem ich einige besonders organismenreiche Dünnschliffe zur Begutachtung vorlegen durfte, sowohl für den hier als «Grumeleux»-Urgon angeführten Typus als auch für die sandfreien Kalke mit glasklarem Zement «in faunistischer wie fazieller Hinsicht» übereinstimmende Gegenstücke aus dem Schrattenkalk der Zentralschweiz beibringen. Diesem Urteil kommt umsomehr Gewicht zu, als Prof. REICHEL als der beste Kenner der Mikrofauna und -flora des Schrattenkalke gelten darf.

Die Übereinstimmung erstreckt sich übrigens bis auf Einzelheiten des Faunenbildes. Dem Gang der Arbeit entsprechend wurde mir die Kleinlebewelt des Urgons zuerst auf Grund von Nagelfluhgeröllen näher vertraut. Als ich zu Vergleichszwecken die Dünnschliffuntersuchung auch auf den anstehenden Schrattenkalk auszudehnen begann, ließ sich dort genau die gleiche Mikrofossilgemeinschaft ohne jeden Abstrich ebenfalls nachweisen (u. a. überhaupt noch nicht beschriebene Formen wie *Coskinolina* sp., *Rotalia* sp., *Cuneolina* sp., *Acicularia* sp. sowie die problematische Form von Taf. 12, Fig. 38).

Das alles deutet darauf hin, daß es nicht nord- sondern südhelvetischer Schrattenkalk war, der in tortonischer Zeit Gerölle in den Hörnischuttfächer entsandte.

Es ist natürlich nachträglich schwierig auszumachen, inwieweit die einzelnen Angaben des Schrifttums, wo von Schrattenkalk die Rede ist, doch den Tatsachen entsprechen. Die Schrattenkalk-Natur der Beleggerölle in der Sammlung FRÜH (Geol. Inst. ETH) hielt einer Nachprüfung nicht stand. Wie schon ALB. HEIM (1919, 50) bemerkt, sind hier Verwechslungen mit Klippenmalm, nach meinen Feststellungen auch mit «Dachstein»-Kalk, unterlaufen (vgl. S. 85).

Recht viel schwerer hält es, jene Orbitolinenalke anzuzweifeln, die KAUFMANN, ein hervorragender Schrattenkalk-Kenner, aus dem basalen Helvet in Luzern genannt hat, und von denen er schreibt, daß sie «auch nach Gesteinsart dem alpinen Aptien» entsprächen (1872, 345). Auch die auf mikroskopischen Befunden gründenden Angaben bei ESCHER-HESS (1907) sind z. T. wenigstens durchaus glaubwürdig.

a 6) Zur mikropaläontologischen Kenntnis des südhelvetischen und unterostalpinen Urgons

In diesem Zusammenhang muß einmal mehr auf die Notwendigkeit einer systematischen mikrolithologischen und -faunistischen Sonderbearbeitung des helveti-

³⁸ In den Vergleich miteingeschlossen hat BRÜCKNER auch die Tithon-Unterkreidegerölle, die (wie S. 39 bemerkt) faziell oft ebensosehr an helvetische Oehrlikalk und Valangeoolithe als an Präalpenmalm anklingen. Für sie gilt gleichfalls, daß die Faziesähnlichkeit zum Oehrlikalk der Axendecke ungleich bedeutender ist als zu jenem der Griesstockdecke (Parautochthon).

schen Schrattenkalkes aufmerksam gemacht werden. Sein Kleinfossilien-Gehalt ist überaus reich und verspricht wertvolle Ergebnisse, wie der mikropaläontologische Abschnitt anzudeuten vermag.

Eine ganze Reihe von gut kenntlichen Mikrofossilien haben, wie bereits erwähnt, bis anhin überhaupt keine Beschreibung erfahren. Es gilt dies u. a. für die hier erstmals abgebildeten Formen wie *Cuneolina* sp., *Orbitolinopsis* sp., Form b, c, *Coskinolina* sp., *Rotalia* sp., *Acicularia* sp. usw.

Deren vertiefte Kenntnis allein schon würde eine Sonderarbeit über den Schrattenkalk reichlich lohnen.

Nach unseren Erfahrungen ist die Hoffnung nicht ganz abwegig, daß aus einer eingehenden mikropaläontologischen Durcharbeitung des Schrattenkalkes und des Falknisurgons (wobei auch die Tristelgesteine des Vorarlberger-Allgäuer Kreideflysches miteinzubeziehen wären) brauchbare faunistische Kriterien zum Auseinanderhalten der genannten Urgonfazien hervorgehen könnten, was wiederum dem an der Geröllforschung interessierten Molassegeologen neue Wege bei der Lösung obiger Herkunftsfragen erschließen müßte.

Es fiel mir u. a. auf, daß *Trocholina* cf. *alpina* (LEUP.) und *Trocholina* cf. *elongata* (LEUP.) in der Tristelbrekzie nicht auffindbar waren, auch nicht die gelbkalzitische *Rotalia* sp. Hingegen findet sich die tannzapfenförmige *Coskinolina* sp. nicht selten und auch die *Orbitolinopsis*-Gruppe glaubte ich in dem mir zugänglichen Schriffmaterial zu erkennen.

b) Seewerkalk (Cenoman-Turon)

Seewerkalk, den TANNER (1944, 63) vom Hörnli erwähnt (allerdings nur ein einzelnes Geröll!), hat die Baarer Nagelfluh bisher nicht hergegeben. Im Gegensatz zu den Urgongeröllen scheinen sie sehr selten vorzukommen. Die von ESCHERHESS (1907) namhaft gemachten Couches rouges-Gerölle glauben wir als solche bestätigen zu können (S. 40).

Man muß sich aber bewußt bleiben, daß die Diagnose solch einzelner seewerkartiger Kalke ein sehr delikates Unterfangen ist.

Hellgraue, dichte, splittrige pelagische Kalke mit bezeichnender Schwebefauna des Planktons und äußerst spärlichen Makrofossilien, wie sie uns im alpinen Aptychenkalk erstmals entgegentreten, sind zur Oberkreidezeit weit verbreitet und keineswegs auf den helvetischen Schelf beschränkt. Helle Splitterkalke, im Handstück ununterscheidbar von Seewerkalk, kehren im «Ultrahelvetikum» (Leimernkalke KAUFMANNs), im nordpenninischen Flysch (pelagische Turonkalke LEUPOLDs)³⁹ und in den Couches rouges (lokal als Couches rouges «grises» ausgebildet) wieder.

Da die Makrofazies zu einer Unterscheidung keinerlei Hand bietet, wird man versuchen auf mikropaläontologischem Wege evtl. Faziesdifferenzierungen zu erfassen. Aber auch ihnen wirken weitgehende Konvergenzen entgegen.

Zwar wird man mit dem Satz vom «mengenmäßigen Übergewicht der Orbulinarien über die restliche Mikrofauna (Globigerinen, Globotruncanen usw.)» tatsächlich den auffälligsten Zug im mikroskopischen Bild des Seewerkalkes erfassen. Wenn man aber hinter dieser Eigenschaft ein eindeutiges Faziesindiz für Seewerkalk vermutet, geht man in die Irre. Denn in so ausschließlicher und für die Nagelfluhforschung verlockender Formulierung ist der Satz leider nicht gültig.

³⁹ Vgl. die grundlegenden Ausführungen über den Sardonafliesch bei LEUPOLD 1942, 255 ff.

Literaturdurchsicht und schriftliche Rundfrage (wobei mir die Herren Prof. JEANNET-Zürich, Prof. VONDERSCHMITT-Basel, Prof. TERCIER-Fribourg und Dr. WEGMÜLLER-Bern, bereitwilligst mit Auskunft aus ihren Arbeitsgebieten zur Verfügung standen) ergaben folgendes Bild:

«Orbulinarien» sind auch den Couches rouges der Präalpen nicht fremd, zeigen aber hier eine auffällige Konzentration auf einzelne ganz bestimmte Niveaus, in denen dann allerdings «Gehäuse an Gehäuse» sitzt, wie im typischen Seewerkalk.

Eine solche Orbulinarienbank von bloß wenigen cm Mächtigkeit liegt an der Basis der Couches rouges-Serie in den NW-Tours d'Ai (JEANNET 1918, 618; 1922 in ALB. HEIM, Geol. d. Schw. II, 2, 627). Sie ist nicht nur faunistisch, sondern auch lithologisch (Grauton!) «vollständig ähnlich» dem helvetischen Seewerkalk, ein Urteil, das auch von einem so kompetenten Kenner des Seewerkalkes wie ARN. HEIM geteilt wird. Rekurrenzen der Orbulinarien-Fazies in höheren Abschnitten des Couches rouges-Profiles scheinen nicht stattzufinden. Hier herrschen Globotruncanen und Globigerinen unumschränkt.

Ähnlich darf wohl auch eine Bemerkung von BERLIAT (1943) gedeutet werden, der im unteren Teil der Couches rouges «in gewissen, immer scharf abgegrenzten Horizonten» massenhaft «Lageniden» angetroffen hat.

In der Region der Hochmatt erscheint im durchgehenden Kreideprofil der Préalpes médianes unmittelbar vor Beginn der Oberkreide mit Globotruncanen eine Mikrofauna «qui consiste surtout en Globigérines et Foraminifères monoculaires indifférents» (SCHWARTZ CHENEVART 1945, 115).

Schließlich entdeckte ich auch in einem nicht näher horizontierten Dünnschliff der Mythen-Couches rouges einwandfreie Durchschnitte von Orbulinarien.

Sodann gibt es Anhaltspunkte, daß auch im Bereich der Brekzien- und Simmendecke mit der Anwesenheit solcher «Orbulinarienhorizonte» gerechnet werden darf. Wieder sei auf die Gegend der Hochmatt verwiesen, wo die cenomane «série de la Mocausa» mittels schwarzer Kalke einsetzt «presqu'entièrement constitué d'organismes monothalamés sphériques rappelant, par leurs dimensions, des loges isolées de Globigérines» (SCHWARTZ 157). In der Dünnschliffsammlung ESCHER-HESS fand sich ein Schliff, den ich anhand der Beschriftung («Hornfluh, Hinterflühen W Zweisimmen») mit Vorbehalt zur Brekziendecke rechnen möchte. Er ist gedrängt voll von Seewerkalk-Orbulinarien (*Stomiosphaera sphaerica* [KAUFMANN], *Pithonella ovalis* [KAUFM.]).

Ja selbst im oberostalpinen Faziesgebiet sind die Orbulinarien heimisch. Beweisende Schiffe kenne ich wiederum in der Sammlung ESCHER-HESS (Nr. 934, 1042, Zementsteinbruch Stallehr). Es handelt sich auch hier um ein regelrechtes Orbulinariengestein, das mikroskopisch jeden Vergleich mit Seewerkalk aushält. ESCHER-HESS hat darin irrtümlicherweise Lias in Allgäufazies gesehen, wenn schon ihm die faunistischen Anklänge an den oberkretazischen Seewerkalk allem nach zu denken gegeben haben (1903, 20)⁴⁰. Es kann kein Zweifel darüber walten, daß hier Oberkreide der Scesaplana-Mulde (Lechtaldecke) vorliegt, die gerade in dieser Gegend mit ihrem Kreidekern den Talboden quert und der auch die Zimbaspitze angehört, wo oberkretazische Sandkalke mit Globotruncanen, Globigerinen und «Lagenas» über Aptychenkalk des oberen Juras transgredieren (GUBLER 1927, 84).

⁴⁰ Seltsamerweise erwähnt auch GUBLER (1927, 53) unter der Mikrofauna der Allgäuschichten neben Schwammnadeln Globigerinen. Es wäre also möglich, daß ESCHER-HESS mit seinen Fleckenmergel-Globigerinen nicht auf der ganzen Linie Unrecht hätte. So unbekannt, wie MOHLER (1938, 36) glaubte, sind ja diese pelagischen Foraminiferen im Jura nicht. Es sei hier nur auf die Globigerinen im Eisenoolith (Callov) der Churfürstengruppe verwiesen (ARN. HEIM 1916, 532; Fig. 147). Sie werden auch in der neueren Malm-literatur des Helvetikums und der Präalpen hin und wieder genannt.

Umgekehrt läßt aber eine weitere Bemerkung von GUBLER den Verdacht tektonischer Komplikation aufkommen, wobei Oberkreideschiefer mit Allgäuschiefer verwechselt worden wären. Er schreibt nämlich weiter (S. 54): «Localement, on rencontre dans la partie inférieure des couches d'Allgäu des marnes rouges très riches en Globigérines qui, par leur aspect extérieur, rappellent les Couches rouges du Crétacé». Hier liegt eine ungeklärte Frage, auf die hinzuweisen in diesem Zusammenhang nützlich schien.

Was nun die Leimernkalke des Ultrahelvetikums anbetrifft, so enthalten auch sie «Seewerorbularien», wenn auch allem nach etwas seltener als ihre «Zwillingsfazies» im Helvetikum. Aber diese Feststellung gilt nur generell, gerade in der relativ gut erforschten Pilatusgegend, wo Priabon im Transgressionsverband mit Leimernkalken beobachtbar ist (BUXTORF 1943), erscheinen Orbulinarien so massenhaft wie im Seewerkalk (nach Prof. VON-DERSCHMITT).

Ein allgemein gültiges Unterscheidungsmerkmal makro- oder mikrolithologischer, resp. mikropaläontologischer Art zwischen Seewer- und Leimernkalken ist bis zur Stunde noch nicht gefunden worden. Das mahnt gegenüber der Seewerkalk-Diagnose von Nagelfluhgeröllen zur Vorsicht, umso mehr als ein Abtrag der Leimernkalke zur Molassezeit (angesichts des Vorkommens von sicheren Schlierensandsteinen, vgl. S. 120) sehr wohl im Bereich der Möglichkeit liegt.

Schließlich mag in diesem Zusammenhang noch darauf hingewiesen werden, daß auch im Cenoman der nordpenninischen Flyschdecke der Ostschweiz (Wildhausermulde) Orbulinarienkalke feststellbar sind (Mitteilg. von Prof. VONDERSCMITT nach Ergebnissen von Dr. M. FORRER).

Angesichts solch weitgehender Konvergenzen der Petro- und Biofazies innerhalb der alpinen Oberkreide, im besonderen aber zwischen Seewerkalk und ultrahelvetischem Turon, wird man zur sicheren Diagnose pelagischer Oberkreidekalk-Gerölle die Ergebnisse von Spezialuntersuchungen abwarten müssen.

c) Südhelvetisch-nordpenninischer Flysch

c 1) Oberkreide in Flyschfazies

Der zur Verfügung stehende Raum verbietet auf die Mannigfaltigkeit der hier einzuordnenden Gerölle näher einzugehen. Ich muß mich mit der Charakterisierung einiger bezeichnender Haupt-Typen begnügen. Es sind dies:

Polygene Flyschbrekzien

Hauptsächlich Dolomitmikrobrekzien mit eckigen Dolomiten, Kristallin und schwarzen Schieferfetzten. Korngröße meist unter 1 cm.

Analoge Gesteine sind als Einzelbänke in den Flyschgebieten des Glarnerlandes (Sardona!) und des Wäggitales weit verbreitet (vgl. u. a. OCHSNER 1921, 72).

Bryozoen-Siderolites-Kalk

Leicht sandig, reich an grobem, organogenem Detritus, wobei im Anschluß *Siderolites*, Bryozoen und Lithothamnien schon von bloßem Auge erkennbar sind.

U. d. M. besteht das Gestein aus einem Grus von Bryozoenästchen, Krinoidenstielgliedern, Seeigelstacheln, Inoceramen-Einzelprismen und Schalenstrümmern, eingebettet in einen groben, durch verrostetes Erz bräunlich gefärbten Kalzitcement.

Unter den Foraminiferen findet sich mehrfach der stratigraphisch wichtige *Siderolites heracleae* ARNI (Taf. 12, Fig. 40) sowie Globotruncanen. Die *lapparenti*-Gruppe ist durch *Gl. lapparenti tricarinata* (QUEREAU) vertreten, dazu kommt eine interessante, rundliche Form mit kugeligen Kammern und nur ganz schwach angedeutetem peripheren Kielrand, am ehesten übereinstimmend mit *Gl. globigerinoides* MARIE 1941 (non BROTZEN) oder *Gl. cf. marginata* REUSS, beide von MARIE 1941 aus dem Mucronatensenon (Campan) des Pariser Beckens beschrieben. Begleitformen sind Textularien, Nodosarien und Kalkalgentrümmern vom Typus der seltenen *Acicularia* (vgl. S. 140)

Unter den klastischen Komponenten mengenmäßig die erste Stelle hat Quarz inne, gefolgt von Dolomitstrümmern, Plagioklasbrocken und verhältnismäßig frischen Biotitflittern. Glaukonit ist in einzelnen Körnern der Grundmasse eingestreut. Bemerkenswert ist das Auftreten von Gesteinstrümmern, vornehmlich dichte, dunkle, sonst fossilere Spongienkalke, wie sie im Oberkreideflysch verbreitet sind. Eine

Globotruncana lapparenti tricarinata bestätigt, daß hier eben abgelagerte Oberkreide bereits wieder aufgearbeitet wurde.

Die oben beschriebene Mikrofauna weist dem Geröll einen sehr hohen Sitz innerhalb der Oberkreide zu, *Siderolites heracleae* ist beweisend für Maestricht, mit welcher Aussage auch der Zeitwert der Globotruncanen vereinbar ist.

Ähnliche, nur etwas weniger kalkige Gerölle aus dem Hörnligebiet liegen in der Belegsammlung TANNER (vgl. auch 1944, 67).

Die Gesteine zeigen lithologisch und faunistisch völlige Übereinstimmung mit den kalkreichsten Typen der Siderolites-Fazies im Wäggitale Flysch.

Globotruncanen-Sandkalk

Feinechinodermisch, mit gelber, feinsandig-rauher Anwitterung und hellbraunem Bruch.

Im Schriff besteht das Gestein zur Hauptsache aus einem Filz von Schwammnadeln (monaxon, stark rekristallisiert, Achsenkanal meist zerstört) und Inoceramenprismen. Beigemengt sind Bryozoenäste, Schalenreste, Seeigelstacheln und wiederum zahnradchenartige Gebilde vom Aussehen der *Acicularia*.

Unter den Foraminiferen steht die Gattung *Globotruncana* an erster Stelle. Sehr gut vertreten ist die *lapparenti*-Gruppe (Taf. 12, Fig. 34) mit der Subspezies *Gl. lapparenti lapparenti* BOLLI, *Gl. lapparenti tricarinata* (QUER.), *Gl. lapparenti coronata* BOLLI, begleitet von sicheren *Gl. stuarti* (DE LAPP.) und evtl. *Gl. leupoldi* BOLLI. Es handelt sich also um hohe Oberkreide, am ehesten wiederum um Maestricht. Der Rest der Foraminiferenfauna verteilt sich auf Globigerinen und ein atypisches Bruchstück eines Großforaminifers, das man am ehesten zu *Siderolites* zählen möchte.

Die Lücken zwischen dem organogenen Kalksand füllt dichte, lokal durch Rekristallisation sich bereits aufhellende Grundmasse und klastischer Detritus (vorab eckige Quarzsplitter, dann Dolomiten und vereinzelte Muskowitflitterchen). Auch frisch aussehender Glaukonit ist in einigen Körnern vertreten.

Schwammnadeln und Globotruncanen-Gehäuse zeigen achsenparallele Ausrichtung (deutlicher Fall von Primärschichtung).

Die Analogie zu gewissen Horizonten des Wäggitales ist eine außerordentliche und fordert zu Vergleichen auf (Urteil Prof. LEUPOLD). Von der helleren Farbe abgesehen — die ja wie in vielen anderen Fällen nicht ursprüngliches Erbgut, sondern späterer Erwerb sein kann — besitzt das Gestein auch völlig identische Gegenstücke in der Gempiserie des Prättigauflysches (Befund von Dr. P. NAENNY).

Dichte Flyschkalke (+ — mergelig)

Absolut dichte Kalke mit flachmuschlig bis kantig-splittigem Bruch, unter dem Einfluß der Verwitterung oft völlig gelbbraun durchgefärbt. Größere Gerölle zeigen noch einen frischen, lichtgrauen-graublauen Kern. Ein ganzes System von Scherflächen und Kluftscharen (sog. Mikrolüfte) durchsetzen das Gestein. Sie zerlegen den Kalk in zahlreiche schmale, hohe Prismen, die durch haarfeine Kalkspatadern miteinander verkittet sind.

Leichter Mergelgehalt führt über zu den eigentlichen Flyschmergelkalken, die reichlich Fukoiden führen (vgl. FRÜH 1888, 9)⁴¹.

Mikrofaunistisch fällt die Armut dieser Kalke an stratigraphisch brauchbaren Fossilien auf. Radiolarien (Radiolarienkalke) und Spongiennadeln (Spongiennenkalke) sind neben gänzlicher Sterilität die Regel. Globotruncanen und Globigerinen fanden sich nicht, doch dürften sie bei einer eingehenden Spezialuntersuchung dieses Gerölltypus wohl auch noch zu erwarten sein.

Kalke solcher Art sind in den Serien des südhelvetisch-penninischen Flysches weit verbreitet. Als Piesenkopfkalke bilden sie das Charaktergestein der faziell einheit-

⁴¹ Ein flaches, scheibenförmiges Geröll dieses Typs, das ich anlässlich einer Exkursion mit meinem Freund Dr. K. HABICHT-Quito auf dem Speergipfel fand, zeigt sehr deutlich die formschönen Mäander von *Helminthoides labyrinthica* HEER.

lichen Flyschdecken im Allgäu- und Vorarlberg (Sigiswanger-Oberstorfer Decke), als Fukoidenkalke, Fleckenmergelkalke usw. kehren sie im Wäggitalerflysch wieder (wofür ich u. a. das kompetente Zeugnis von Dr. A. OCHSNER, Zürich anführen darf). Zweitelfos sind sie auch in der Oberkreidebasis der Schlierensandsteinmasse (VONDER-SCHMITT und SCHAUB 1943) und im Sardonaflysch vertreten.

Bei älteren Autoren gehen die mergeligen Typen dieser Sammelgruppe unter der STUDERSchen Bezeichnung *Alberese*. Bei ihnen besteht eine gewisse Verwechslungsgefahr mit den Kalken der Allgäufleckenmergel, doch ist der Mergelgehalt der letzteren eher noch größer (vgl. S. 89).

Flyschsandkalke

Meist bis tief in den Kern hinein ockergelb-gelbbraun verfärbt, frische Farbe grau, mehr oder minder rauhe Oberfläche, entsprechend dem wechselnden Sandgehalt, stets glaukonitführend.

Der Typus hat erstmals bei FRÜH (1888, 7), dann wiederum bei HABICHT (1945, 66) nähere Beschreibung erfahren, worauf für Einzelheiten verwiesen sei.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die lithologischen und faunistischen Analogien der beschriebenen Gerölle deutlich in Richtung auf die oberkretazischen Flyschkomplexe an der Basis und auf dem Rücken der helvetischen Hauptdecke weisen (Ragazer-, Sardona-, Wäggitaler-, Prättigauflysch). Den ursprünglichen Zusammenhang dieser Flyschmassen hat LEUPOLD (1942) in einer scharfsinnigen Konzeption wahrscheinlich gemacht. Dieser südhelvetisch-penninischen Flyschdecke, die schon lange vor Beginn der Molassesedimentation von ihrer stratigraphischen Unterlage abgeschert wurde und im Rupel bereits an den damaligen Alpenrand vorgewandert war, muß (wenigstens für den Sektor der Ostschweiz) ein maßgebender Anteil an der Flyschbelieferung der werdenden Nagelfluhen zuerkannt werden, und zwar vom Rupel bis hinauf ins Torton. Noch weiter im Osten, im Vorarlberg und Allgäu, übernimmt die Sigiswanger-Oberstorfer Decke ihre geröllliefernde Rolle, wie es von KRAUS seit jeher betont wurde.

Wenn wir auch gerade für die Hauptmasse der Flyschgerölle (Kieselkalke, Sandkalke, Fukoidenkalke usw.) keine zur Altersbestimmung brauchbaren Fossilien beizubringen vermochten, so rechtfertigt die große lithologische Analogie zum Oberkreideanteil der südhelvetisch-penninischen Flyschdecke eine solche stratigraphische Einteilung. Mit zeitlichen Abweichungen gegen oben (Alttertiär) und unten (Gault und flyschartige Unterkreide) muß natürlich in gewissem Ausmaß gerechnet werden.

Es gibt noch eine Flyschkomponente anderer Herkunft, deren Anwesenheit unter den Molassegeröllen man nicht ganz vernachlässigen darf, nämlich (Kreide) Flysch ostalpiner Decken. Wir werden sehen, daß gerade in Bezug auf die Riginagelfluh wir solch ostalpinem Flysch bei der Gerölllieferung eine bevorzugte Stellung einräumen möchten. (vgl. S. 117). Das Beispiel der westschweizerischen Préalpes mit mächtiger Flyschentwicklung gerade auch in der Schichtenreihe der höheren Deckeneinheiten (Simmen-, Breckzien-D.) zeigt zur Genüge, daß unser Einwand nicht unberechtigt ist⁴².

Es ist aber vorderhand völlig aussichtslos, eine solche ostalpine Flyschkomponente aus dem Gesamtflyschanteil der ostschweizerischen Nagelfluhen herauslesen zu wollen, solange wir nicht, wie im Falle des Mokausakonglomerates der Riginagelfluh, ein Charaktergestein für ostalpinen Flysch kennen lernen, dem wir billigerweise eine Gefolgschaft atypischer Allerweltsgerölle wie Flyschmergelkalke, Sandkalke, Kieselkalke usw. zusprechen dürfen.

⁴² Die von vielen Autoren geforderte ostalpine (tirolide) oder gar südalpine Ableitung gewisser kennzeichnender organogener Flyschtypen der Ostschweiz läßt sich allerdings nach dem heutigen Stand unseres Wissens nicht mehr aufrecht halten.

Vorbemerkungen. Durch die führenden Arbeiten LEUPOLDS (1942, 1938, 1937) ist auch die viel umstrittene Frage nach der Beheimatung der lithothamnien-, nummuliten-, discocyclinen- und alveolinenführenden Gerölle der subalpinen Nagelfluhen in ein neues, erfreuliches Stadium getreten. Die Frucht der LEUPOLDschen Forschungsarbeit spiegelt sich bereits in den Geröllbestimmungen von TANNER (1944, 67) und HABICHT (1945, 64, 130) wider.

Auch bei der Beschreibung nachstehender Geröllarten durfte ich freundlichen Rat von Prof. LEUPOLD entgegennehmen. Sie erfolgt in bewußter Anlehnung an die 40—60 m mächtigen Einsiedler Nummulitenkalkriffe (deren Schichtglieder i. w. basales Paleozän bis und mit Lutet umfassen), in der Absicht, die Gerölle an diesem Standardprofil südhelvetischer Entwicklung des Nummulitikums zu eichen.

c 2 a) Gerölle vom Einsiedlertypus

Es handelt sich durchweg um ziemlich seltene Komponenten, die neben rostgelber Anwitterung auffällig kleine Dimensionen (zwischen 1 bis max. 5 cm) gemeinsam haben, welche letztere Eigenschaft sich wohl mit der Randlage der Baarburg in bezug auf den Hörnlfächer erklären läßt.

Lithothamnien-Sandkalk

Kleines Geröll mit rekristallisierter, fleckig pigmentierter Grundmasse, in der ein regelrechter organogener Trümmersand (Lithothamnien, Bryozoen, Discocyclinen) und (als wichtigste klastische Komponente) splittrige, undulös auslöschende Quarzkörner schwimmen, während Biotitflitter und Glaukonitkörner stark zurücktreten.

Bei den Discocyclinen handelt es sich am ehesten um die kleine *D. seunesi* DOUV. (Dan-Mont der Aquitaine!). Begleiter von stratigraphischer Bedeutung sind: kleine, makroskopische, primitive Nummuliten und *Miscellanea miscella* D'ARCH. Assilinen fehlen, nicht aber *Textularia* sp. und Miliolidae (u. a. *Biloculina* sp.).

Die Kombination von *Discocyclina* cf. *seunesi*, *Miscellanea miscella* und gefeilterten Nummuliten weist auf Paleozän hin.

In ähnlicher, nur weniger klastischer Fazies findet sich das Gestein im paleozänen Anteil des Nummulitenkalkriffs von Steinbach b. Eutal (JEANNET, LEUPOLD & BUCK 1935); sehr gute Übereinstimmung, auch was die starke Infizierung des Lithothamnien-Milioliden-Kalkes mit Quarzsand anbetrifft, besteht mit den Sandkalken aus dem Guschakopfniveau des Ragazerflysches (LEUPOLD 1938, 417).

Der gleiche Gerölltypus taucht in der Ostschweiz schon im basalen Chatt auf (u. a. Gemeinenwesen, HABICHT 1945, 129 f.).

Nummulitenkalk

Gelblich verfärbter, organogener Kalk, glaukonitisch und gedrängt voll von Großforaminiferen, darunter die auf Ypres weisende *Assilina granulosa minor* ARN. HEIM, begleitet von einem großen, weitspiraligen Nummuliten.

Das Geröll findet sein völliges fazielles Gegenstück in der mittleren Zone der Einsiedler-Riffe, im Niveau der sog. *granulosa*-Kalke.

Nummuliten-Lithothamnienkalk

Wiederum mit bezeichnender limonitischer Verrostung und voll von *Lithothamnium* sp. in knäueliger Wuchsform, wobei als Ansatzkerne Quarzkörner und Nummulitengehäuse auftreten. Neben einzelnen *Nummulites* sp. enthält die Grundmasse sichere *Assilina granulosa minor* HEIM, ein wichtiges Beweisstück für Ypres.

Die Fazies ist etwas weniger charakteristisch als bei vorgenannten Geröllen, man wird sie aber unbedenklich mit dem Ypres der Einsiedler Riffe auf gleiche Stufe stellen können.

Vererzter Nummulitenkalk

In spärlichem Kalzitcement liegen, Gehäuse an Gehäuse, kleinwüchsige, gepfeilerte Nummuliten, deren Kammern z. T. mit Erz imprägniert sind; dazu schlanke, mikrosphärische Discocyclusen und Lithothamnienrümmer. Das Auftreten von *Assilina granulosa* sichert auch diesem Geröll Ypres-Alter.

Beim Faziesvergleich wird man wiederum in erster Linie auf das mittlere Niveau des Einsiedler Normalprofils zurückgreifen, wo im «roten, hämatitischen Kalk» ein völliges Analogon zur Verfügung steht.

Jedes der gefundenen Nummuliten-Lithothamnien-Gerölle läßt sich also ohne Zwang einem der verschiedenen Horizonte der Einsiedler Fazieszone eingliedern, welche auf der Drusbergteildecke und in den südlicheren Partien der Säntis-Churfürsten-Decke ihre primäre Heimat hat.

Damit ist das Rätsel um die Abkunft der lokal recht zahlreichen Nummulitenkalk-Gerölle in der ostschweizerischen Molasse endlich gelöst.

Welche Um- und Irrwege die Erkenntnis im Falle dieser Nummulitenkalke gegangen ist, mag folgende Übersicht dartun:

Schon GUTZWILLER (1877, 21 f.) stellt die Frage nach der Herkunft der zahlreichen Nummulitenkalkgerölle der Sommersberg Nagelfluh und beruft sich auf ARN. ESCHER, der zum Ergebnis kommt, daß die betr. Nagelfluhkomponenten ihrem Fauneninhalt nach zwar wohl aus dem Flysch stammen könnten, lithologisch aber «mit keinem unserer Schweizer Nummulitenkalke» zu identifizieren wären. Dabei wurde ESCHER offenbar von der überaus kräftigen limonitischen Verfärbung der Kalke irregeführt.

Doch schon 10 Jahre später war FRÜH im Besitz der richtigen Lösung, als er die Nummulitenkalke der ostschweizerischen Nagelfluh aus «der eocänen Mulde bei Wildhaus im Toggenburg» und den Nummulitenkalkriffen des Fährnergebietes bezog (1888, 14).

Die Lehre vom Deckenbau der Alpen scheint dann den Glauben an die «helvetische» Abkunft der Nummulitenkalkgerölle erschüttert zu haben. ESCHER-HESS (1907, 20) spricht sich bei der Untersuchung der tortonen Nummulitenkalke des Hörnligebietes gegen eine Analogie mit helvetischer Fazies aus. ARN. HEIM hält zwar an der helvetischen Abstammung der Nummulitenkalke des Speergebietes fest, möchte aber die sie begleitenden, gelben Flyschkalke und Flyschsandkalke viel weiter aus dem Süden beziehen. Bei den groben Oolithen (die wir nach heutiger Kenntnis als Malm anzusehen haben) fühlt er sich an das Eozän des Montorfano bei Como erinnert (1910, 31 ff.).

Für ALB. HEIM liegt die Heimat der Nummulitenkalke und der ganzen Flyschgeröllgruppe in den helvetischen Decken und vor allem im «Wildflysch» (1919, 49). Auf dem Umweg über Kressenberg in Südbayern hebt auch CADISCH (1930) die Analogien der Nummuliten- und Lithothamniengesteine mit dem «helvetischen Eozän» hervor, während er für die begleitenden glaukonitischen Kieselkalke und Sandkalke eine Beziehung zum sog. «ostalpinen Flysch» der bayrischen Geologen (wohl Sigiswanger-Oberstorfer-Decke!) vermutet.

Demgegenüber rücken BUXTORF & REICHEL auf Grund mikropaläontologischer Daten für die alveolinenführenden Gerölle der Gemeinen Wesen-Nagelfluh (Rupel, Schwägalp Säntis) die Möglichkeit südalpiner Abstammung (Montorfano!) wieder in den Vordergrund (1936, vgl. auch RENZ 1937b, HABICHT 1945). Zu einer ähnlichen Auffassung bekennt sich auch RENZ (1937a, 93), wenn er auf die Ähnlichkeiten der Sommersberggerölle mit den südalpinen Lithothamnienkalken am Gardasee hinweist. LEUPOLD ist dann bei der Durchsicht von Schliffmaterial aus dem Nachlaß von A. LUDWIG wieder auf die alte FRÜHsche Auffassung zurückgekommen (mündl. Mitteilg.). Die Deutung als «Einsiedler Nummulitenkalke» hat sich in der Folge an neuen Aufsammlungen aus der Speer-Kronberg-, resp. Hörnli-nagelfluh bewährt (LEUPOLD u. a. 1942, TANNER 1944, HABICHT 1945). Sie läßt sich auch ohne weiteres auf die prachtvoll weiß anwitternden Lithothamnienkalke vom Sommersberg (vielfach mit *Assilina granulosa*!) ausdehnen (Urteil Prof. LEUPOLD auf Grund um-

fangreicher Belegsammlungen von FRÜH, LUDWIG und RENZ, die ich ihm zur Begutachtung vorlegen durfte).

Ähnlich verlief der Gang der Erkenntnis in der subalpinen Molasse E des Rheins, wo Nagelfluhgerölle vom Typus Einsiedeln von der Bausteinzone an durchs ganze Oligozän und Miozän hinauf immer wieder auftauchen. Dort standen sich bis in neueste Zeit zwei Lager gegenüber. Die einen (am konsequentesten wohl BODEN 1925 und KRAUS 1929) traten für Abstammung aus dem helvetischen Eozän vom Typus Tölz, Kressenberg ein (d. h. ziemlich genauen Analoga der Einsiedlerfazies!), die anderen betonten mehr die weitgehende Übereinstimmung mit dem (oberostalpinen!) Eozän des Unterinntales und von Radstatt (CORNELIUS 1923; M. RICHTER 1927; MUHEIM 1934, 196). Für diese Autoren galt etwa die Theorie von CORNELIUS, wonach westliche, auf der Allgäudecke gelegene und heute verschwundene Gegenstücke zum Inntaler Tertiär für die Lieferung von Nummuliten-Lithothamnien-Geröllen aufzukommen hätten⁴³.

Ich sehe aber nach der Einsicht, welche die ostschweizerische Nagelfluh in neuester Zeit diesbezüglich vermittelt hat, keinen Grund, warum man BODEN und KRAUS nicht Recht geben sollte, umso mehr als auch die tektonischen Vorstellungen von der Existenz einer großen selbständigen südhelvetisch-penninischen Flyschdecke sich sehr wohl auch auf Vorarlberg und Oberbayern übertragen lassen.

c 2 β) Nummulitenkalk-Gerölle nordhelvetischer Abkunft (Mürtschen- oder Bürgenfazies)?

Angesichts der lithologisch-faunistischen Einheitlichkeit der bisher besprochenen organogenen Tertiärgerölle drängt sich die Frage auf, ob auch noch nördlich der südhelvetischen Einsiedlerzone gelegene Faziesstreifen des Nummulitikums als Lieferanten von Nummulitenkalk-Geröllen in Erscheinung treten. Um sichere Auskunft darüber zu erlangen, wäre eine intensive systematische Ausbeute der ostschweizerischen Nagelfluh nach diesem speziellen Gesichtspunkt sehr wünschenswert. Eine Durchsicht der Belegsammlungen von FRÜH, ESCHER-HESS, LUDWIG und RENZ vermochte keinen wesentlich neuen Gesichtspunkt zu erbringen. Folgende Einzelgerölle beanspruchen noch ein gewisses Interesse:

Nummulitenkalke

Fundort: «Fohlenweide», Ütliberg, Torton. Sammlg. ESCHER-HESS.

Drei Gerölle mit rauher Oberfläche und ockergelber Verwitterungsrinde, wobei sich die weißlichen Foraminiferengehäuse scharf vom gelben Grund abheben. Sie weisen im einzelnen folgenden Fauneninhalt auf:

1. Geröll: Neben einer z. T. sattelförmig verbogenen *Discocyclina* sp. Operculinen, Nummuliten und *Assilina granulosa*. — Ypres. Im mittleren Niveau des Typprofiles von Einsiedeln einzuordnen.

⁴³ Die Idee von CORNELIUS könnte natürlich auch auf Schweizer Verhältnisse übertragen und zu einem Einwand gegen die südhelvetische Abstammung der zur Sprache stehenden Nummuliten-Lithothamnienkalke formuliert werden.

Man wird aber nicht vergessen dürfen, daß schon im penninischen Flysch der Tertiäranteil gegenüber jenem der Oberkreide ganz beträchtlich zurücktritt und daß wir vollends im Raume der unter- und ostalpinen Decken für die Existenz einer paleozän-eozänen Fazies keinen Anhaltspunkt haben. Auch in den präalpinen Decken der Westschweiz scheint die Flyschsedimentation spätestens an der Wende Kreide-Tertiär zum Stillstand gekommen zu sein.

Es käme höchstens eine randliche Transgression gewisser stratigraphischer Glieder der Einsiedler Fazies auf den bereits in unmittelbarer Nähe liegenden oberostalpinen Deckenrand in Frage, wie wir uns das ja auch beim kalkalpinen Alttertiär des Unterinntals und der Becken von Köben und Reichenhall offenbar zu denken haben, wo die Transgression nachweislich von Norden kam.

Das liefe aber auf eine weitgehende Angleichung der beiden Herkunfts-Standpunkte (hie Oberostalpin, hie Südhelvetikum) hinaus, ohne daß dadurch am südhelvetischen Charakter der Einsiedlerfazies wesentliches geändert würde.

2. Geröll: Reichlich *Assilina granulosa* und *Nummulites lorioliformis* (inedite Form, die nach Erfahrungen von Prof. LEUPOLD ungefähr mit *Assilina granulosa* zusammengeht). — Ypres. Mittl. Teil eines Einsiedler Riffes.

3. Geröll: Stark grünsandiger Kalk, voll von Nummuliten, Discocyclinen und *Assilina praespira* DOUV., welche für ob. Ypres-basales Lutet leitend ist. — Ähnliche Typen setzen in Einsiedeln etwa zwei Meter über dem Niveau von 1) und 2) ein.

Vererzter Nummulitenkalk

Fohlenweide, Ütliberg, Torton. Sammlg. EH, Schl. und Handstück 394, vgl. auch ESCHER-HESS 1907, S. 20.

Im frischen Bruch rötlich imprägniert, leicht echinodermisch, im Schriff voll von Discocyclinen, Nummuliten und Assilinen, ferner *Operculina* sp., *Textularia* sp., Globigerinen, Schalenrümpfer, Echinodermenreste (u. a. Seeigelstachel-Durchschnitte). *G r u n d m a s s e* dicht, hämatitisch, partienweise durch grobe Rekristallisation in Aufhellung begriffen. Die Foraminiferen sind z. T. vererzt, z. T. glasklar. — Vergleichsschliffe aus dem vererzten Nummulitenkalk im basalen Lutet von Lowerz (südliche Einsiedlerfazies, Ypres aufgearbeitet in basalem Lutet mit *Nummulites gallensis*) zeigen ein durchaus ähnliches Bild.

Abkunft: Unt. oder oberes vererztes Niveau Einsiedeln (Murchisoni-Zone) oder aber noch eher obere Vererzungszone Lowerz.

Nummulitenkalk

Altütliberg. Sammlg. FRÜH.

Gelber Kalk mit sicheren *Nummulites Kaufmanni* (MAYER), viel *Assilina granulosa minor* HEIM, wie er in ganz gleicher Ausbildung im mittleren Niveau der Einsiedler Riffe auftritt. Ypres.

gallensis-Kalk

Pfannenstiel, Samml. ESCHER-HESS.

Organogener Kalk mit großen, mikrosphärischen, schlanken Discocyclinen, kleinen, dicklinsigen Nummuliten, ziemlich viel Quarzdetritus und dunkelgrünem Glaukonit in Gestalt rundlicher Einzelkörner und Foraminiferensteinkerne.

Die Nummuliten sind gepfeilert, mit steifen Septen und fast quadratischen Kammern. Sie weisen in die Gruppe des *Nummulites «gallensis»* ARN. HEIM (basales Lutet in der Nummulitenstratigraphie von W. LEUPOLD). Die Gallensiskalk-Natur des Gerölles wurde mir in frdl. Weise von Dr. J. SCHUMACHER, Bern, bestätigt.

Im Standardprofil von Einsiedeln findet sich kein Analogon, der gleichaltrige Horizont mit *N. gallensis* ist dort als grauer, grünsandfreier Kalk entwickelt. Erst die nördlich an die Einsiedlerzone anschließende «Zone der eig. Gallensiskalke» (Aubrigfazies!) kennt vergleichbare Gesteine.

Assilinenkalk

Märwil, Thurgau, Sammlg. FRÜH (vgl. 1888, 80).

Voll kleiner Assilinen, hauptsächlich *Assilina spira* DE ROISSY und der zugehörigen Makrosphäre *A. subspira* DE LA HARPE. Beigesellt Discocyclinen, dasycladaceenartige Algenrümpfer und als wichtigster anorganischer Bestandteil sehr große Glaukonitkörner.

Das Paar *Assilina subspira A-spira B* ist bestimmend für basales Lutet. Es handelt sich demnach um ein sehr hohes Niveau der Einsiedlerfazies.

Nummuliten-Assilinenkalk

Ruppen (Gäbris), Aquitan. Sammlg. LUDWIG.

Organogener Kalk, mit Lithothamnien-Kugeln, *Nummulites* sp. (Makro- und Mikrosphären) und *Assilina spira* DE ROISSY.

Entspricht dem obersten, jüngsten Niveau der «Hauptmasse der grauen Einsiedlerkalke». Genau die gleiche Fazies kommt einem Geröll vom Rechberg bei Herisau zu (gleichfalls Sammlg. LUDWIG).

Der Eindruck lithologisch-faunistischer Einheitlichkeit, den uns die Baarer Nummulitenkalke hinterlassen haben, gilt auch für die nummulitenführenden Gerölle des ganzen Hörnlitortons (vgl. auch TANNER 1944, 67), ja für die ostschweizerische Nagelfluh ganz allgemein, angefangen von der Rupelnagelfluh von Gemeinenwesen (Schwägalp. Säntis) bis hinauf zum miozänen Hörnlfächer. Nirgends, auch am berühmten Sommersberg nicht (von wo uns die reichhaltigen Sammlungen von FRÜH, LUDWIG und RENZ zur Verfügung standen), wird die Regel von der südhelvetisch-nordpenninischen Abstammung der organogenen Tertiärgesteine durchbrochen.

Nur ein einziges Geröll, der oberwähnte Gallensiskalk, mag nördlich der Einsiedler Riffe Heimatrecht besitzen, nämlich in der Faziesregion der eig. Gallensiskalke, die auf dem Rücken der Säntis-Drusbergdecke gegen Norden an die Region der Einsiedler Ausbildung anschließt und sich bis zum Aubrig als der Stirnregion der Decke hinzieht.

Der Nachweis, daß noch weiter im Norden gelegene, mittelhelvetische Fazieszonen des Eozäns zur Molassezeit von Erosion betroffen waren (wofür *exponens*-Grünsande oder noch besser *complanata*-Kalke⁴⁴ vertrauenswürdige Zeugen darstellen müßten), hat die Nagelfluhforschung bisher nicht erbringen können⁴⁵.

Für obgenannte Geröllgesellschaft aus südhelvetischem Alttertiär vermag, wie schon im Falle des Oberkreide-Flysches, die südhelvetisch-penninische Flyschdecke als Lieferant allein aufzukommen, umsomehr als in den Stirnpartien dieser Abscherungsdecke auch noch die Gallensiskalk-Fazies vertreten ist (z. B. in den Blattengratschichten des Glarner Flysches!). Die Hoffnung, die Durchspießung der «vorüberschobenen» Flyschdecke durch die helvetische Hauptdecke (ein Vorgang, der doch aller Wahrscheinlichkeit nach «intramolassisch» stattgefunden hat) auf dem Umweg über die Nummulitenkalk-Gerölle zeitlich fixieren zu können, ist (vorläufig wenigstens) gescheitert.

Abschließend sei noch kurz vermerkt, daß Nummulitenkalke vom Typus Einsiedeln im Bereich der großen Nagelfluhschuttfächer der Zentralschweiz und des Entlebachs allem nach so gut wie fehlen. Wir werden diese Feststellung später (bei Besprechung der Tertiärgerölle der Rigi-Roßbergnagelfluh, S. 118) wieder aufnehmen.

3. Zusammenfassung

In der umstehenden Tabelle (Tab. 2) sind die geröllkundlichen Ergebnisse dieses Abschnittes in übersichtlicher Form zusammengestellt. Sie veranschaulicht besser als viele Worte, inwieweit unsere Bestrebungen auf dem Wege über die Nagelfluhgerölle die großen paläogeographischen Zusammenhänge des alpinen Rücklandes zu klären, Erfolg gehabt haben. Ihren bildlichen Interpretationsversuch findet die Tabelle im Profil b) auf Taf. 5.

⁴⁴ Die *exponens*-Grünsande sind insofern zum Entscheid der Frage ungeeignet, als auch das Normalprofil der Einsiedler Riffe mit einer transgredierenden Grünsandbank abschließt, die *Assilina exponens* (SOW.) führt («Steinbach-Fossilschicht»). Das hat übrigens schon LEUPOLD (1942, 247) für den *exponens*-Grünsand vom Hörnli betont (vgl. auch TANNER 1944, 67).

⁴⁵ Diese Feststellung sollte auch auf der Suche nach dem Heimatstreifen der tortonen Schrattenkalkgerölle nicht ganz außer Acht gelassen werden.

Stufe	(Süd) Helvetisches Mesozoikum	Südhelvetische-penninische Flyschdecke	Hochpenninikum-Unterstalpin (inkl. Klippendecke)	Höherostalpin
Priabon		Ölquarzit?	—	—
Ypres-Lutet		Lithothamnien- und Nummulitenkalke vom Typus Einsiedeln	—	—
Cenoman-Senon	Seewerkalk?	Sandkalke z. T. mit Globotruncanen, Sideroliten, Bryozoen Dichte Flyschkalke z. T. klüftig Sandsteine	Couches rouges-Kalke (selten) Radiolarit- Aptychenkalk- Brezie vom Typus Saluver	(keine typischen Mokauskonglomerate)
Gault	?	Ölquarzit? Glaukonitsandsteine?	Ophiolithhe	?
Urgon	Schraffenkalk (Orbitolinen, Orbitolinopsis, Salpingoporellen)	Schraffenkalke	Tristelbrekzien	?
Neokom	Valangekalke?, Öhrlikalke?	Abscherung?	?	Aptychenkalk
Malm	?		Tithon (Clypeinenkalke) Klippenmalin (dichte Kalke, Oolithe, Onkolithe)	Radiolarit
Lias-Dogger			Bunte Liaskalke, polygene Liasbrekzien	
Rät			Rätumachellen	
Hauptdolomit			Zuckerkörnige Dolomite, monogene Dolomitbrekzien	
Anis-Ladin				Arlbergkalk
Permowerf				Rote Quarzsandsteine violettrote Quarzkonglo- merate, grünliche Arkosesandsteine
Kristallin		Legende: — = Stufe wahrsch, primär fehlend ? = Stufe noch nicht nachgewiesen, aber wahrsch. vorhanden	Ert-Berninakristallin (weiße, rote u. grüne Granite, grüne u. rote Quarzporphyre)	Augengneise Amphibolit (selten)

Tab. 2. Geröll-Liste der Baarburg-Nagelfluh (Torton, Ausleger des Hörnli-fächers)

III. Teil

Helvet- und Aquitannagelfluh

I. Helvetnagelfluh

Während die Baarburg-Nagelfluh noch eine ziemlich hohe Stellung innerhalb des Tortonns einnimmt, kommt der nächsttiefere Konglomerathorizont des Zugerseeprofiles bereits mitten in die OMM zu liegen (vgl. Taf. 1, 2). Sehr schön ist er am Westufer des Zugersees bei der Halbinsel Buenas aufgeschlossen, wo die ganze Schichtfolge der OMM schräg in den See hinausstreicht (Abb. 8).

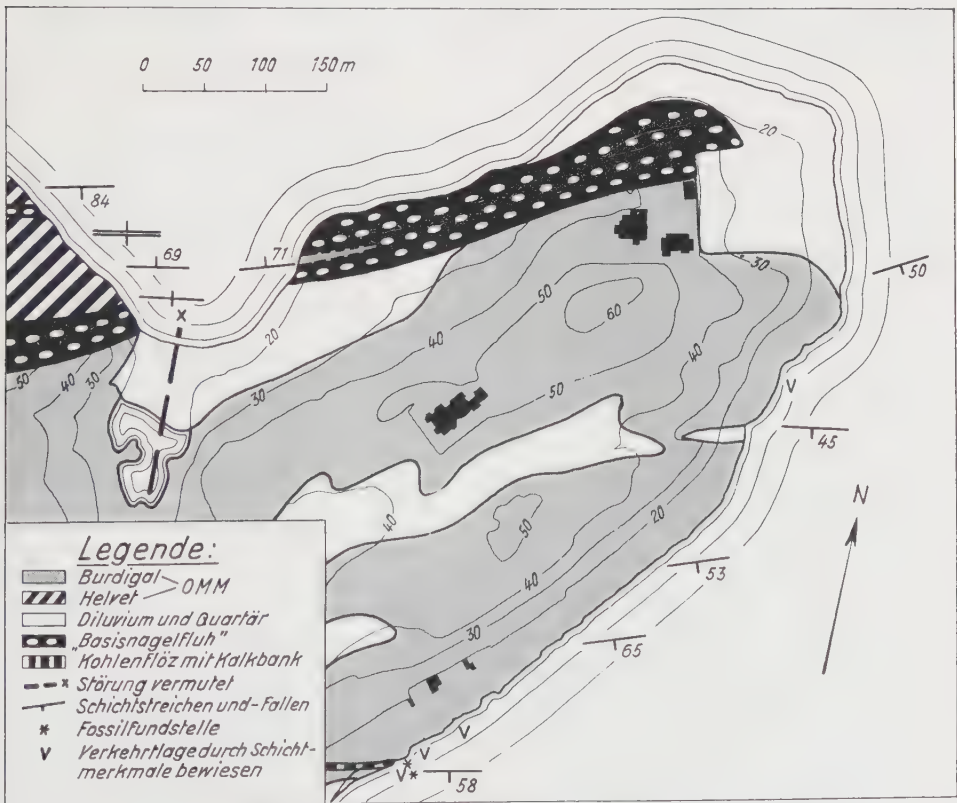


Abb. 8. Geologische Skizze der Halbinsel Buenas (Zugersee-Westufer).

Es handelt sich um die tiefste und zugleich horizontbeständigste Geröllbank in der OMM zwischen Luzern und Zug. Sie läßt sich ohne Unterbruch bis ins Kerngebiet des Napffächers durchverfolgen, weshalb sie sich als Bezugsmarke für eine Zweiteilung der OMM (geröllfreies «Burdigal» und hangendes «Helvet») in hervorragender Weise eignet. Daß es sich aber nicht um eine «Basisnagelfluh» im strengen Sinne des Wortes handeln kann, kommt schon dadurch zum Ausdruck, daß die bekannten helvetischen Faunenfundpunkte von Luzern z. T. noch ins Liegende der «Basisnagelfluh» hinabgehen.

Inwieweit diese Nagelfluhbank auch in Richtung vom subalpinen Molasserand weg ins Mittelland horizontbeständig ist, soll an anderer Stelle untersucht werden. Hier sei lediglich vorweggenommen, daß ich sie in Zusammenhang mit der bekannten «Austernnagelfluh» der mittelländischen OMM bringen möchte.

1. Quantitative Zusammensetzung

Die quantitative Bestandesaufnahme mußte sich leider auf den Aufschluß bei St. Verena ob Zug beschränken, da es jenseits des Sees nicht möglich war, im entsprechenden Nagelfluhzug eine geeignete Zählstelle ausfindig zu machen. Da aber die Kämistal-Nagelfluh kleingeröllig und überaus stark verwittert ist, gibt die Zählung von Tab. 1, S. 21 das primäre Bild etwas verzerrt wieder. Insbesondere dürfte der Kristallingehalt eher zu nieder ausgefallen sein.

Während am linken Seeufer die maximalen Geröllgrößen um 30 cm schwanken, ist mit dem Übertritt der Nagelfluh auf das rechte Ufer eine ganz bedeutende Korngrößenabnahme verbunden.

2. Qualitative Bemerkungen

Die helvete Basisnagelfluh, wie sie in besonders grobgerölliger Ausbildung und frischer Erhaltung etwa bei der Halbinsel Buenas ansteht, birgt einige auffallende und für diesen Horizont bezeichnende Gerölltypen, deren makroskopische Beschreibung hier kurz gegeben werden soll:

Grüne Biotitgranite

Völlig richtungslos-massig, grobkörnig, mit viel Quarz und stark saussuritisiertem Plagioklas. Sie vereinen relativ beträchtliche Größe mit auffallend hohen Rundungsgraden. Beobachtetes Geröllmaximum (Halbinsel Buenas): $12 \times 19.2 \times 30$ cm bei praktisch vollkommener Rundung. Unter den Graniten am stärksten vertreten.

Grüne Quarzporphyre

Absolut dichte, dunkelgrüne Grundmasse mit spärlichen Quarzeinsprenglingen.

Rotviolette Porphyre

(Glimmer) Quarzite

Eng verwandte Gruppe von weißen, lichtgrauen, graubraunen, bräunlichen, rötlich-violetten oder grauschwarzen Quarziten, massig oder schiefrig, sehr hart, oft Muskowit, Serizit und Epidot führend. Die Gerölloberfläche ist vielfach spiegelglatt und zeigt meist honiggelbe-lichtbraune Anwitterung.

Sie sind zahlenmäßig weitaus am stärksten vertreten und stellen auch die größten Gerölle. Dimensionen von 35 cm, wie sie bei Buenas auftreten, sind angesichts des fluvio-marinen Charakters der Schotter ganz respektable Leistungen.

Dunkelgraue Kalke-Kieselkalke

Z. T. ähnlich dem helvetischen Kieselkalk, öfters leicht spätig. Flysch oder widerstandsfähige Auslese von Bündnerschiefererien.

Grobkörnige Gangquarze

Weiß, fettglänzend, von breiten Kalkspatschnüren durchzogen. Es handelt sich allem nach weniger um Gangquarze aus dem Grundgebirge, als um Sekretionsquarze aus mesozoischen Serien, wobei ich am ehesten an Bündnerschiefer denken möchte.

Wenn man mit ost- oder zentralschweizerischer «Nagelfluh-Erfahrung» an das Studium des helvetischen Basiskonglomerates herantritt, dann bedeutet die Gruppe der grünen Granite und dann vor allem jene der Quarzite ein Novum. Quarzite in solcher Menge und von so uniformem Gepräge stehen dem Osten absolut fremd gegenüber. Umgekehrt haben sie als wichtiges Kennmal der Napf Nagelfluh zu gelten (LIECHTI 1928, Taf. 3; FRÖHLICHER 1933, 17), mit der ja die Helvetnagelfluh im Raume zwischen Luzern und Zug nachweisbar in direktem Zusammenhang steht.

Ganz offenkundig wird der Unterschied, wenn man + — gleichaltrige Nagelfluhen von Hörnli- und Napffächer vergleichsweise einander gegenüberstellt. Es bewegen sich die %-Anteile der wichtigsten Geröllgruppen im Burdigal-Helvet des Hörnli- bzw. Napffächers zwischen folgenden Grenzen:

	Hörnli (inkl. Basis-N. OSM TANNER 1944)		Napf (Liechti 1928)	
	Extreme	Mittel	Extreme	Mittel
Quarzite	0.5—21.5	9.3	17—49	33.2
Gesamtkristallin	7.5—24.5	15.7	20—55	33.2

Den Beschreibungen nach ist zudem anzunehmen, daß die Quarzitgruppe TANNERs zum größten Teil dem Flysch angehört, während das bei der Quarzitgruppe LIECHTIs, wie wir noch sehen werden, nicht der Fall ist.

Quarzite und grüne Granite haben offenbar bei der Frage nach der Beheimatung der «Basisnagelfluh» die Schlüsselstellung inne.

Auf den ersten Blick könnte man versucht sein, die grünen Granite mit dem grünen Kristallin der Albula-Errgruppe in Beziehung zu bringen. Angesichts der westlichen Lage des Napffächers ist es aber zweckmäßiger im hochpenninisch-unterostalpinen Deckengebiet des Wallis nach möglichen Aequivalenten Umschau zu halten. Dort ist es nun die Dentblanche-Decke, deren Kristallinkern tatsächlich vergleichbare Gesteine birgt. Nicht umsonst sind ja die massigen Arollagranite der Dentblanche-Einheit den grünen Graniten des unterostalpinen Bündens (Err-Bernina) zur Seite gestellt worden (STAUB 1937b, 19). Die Arollaserie ist es in der Tat, welche im Querschnitt des heutigen Wallis die besten, wenn nicht überhaupt die einzigen Vergleichspunkte für die grünen Napfgranite liefert.

Wie steht es aber mit den hellen Quarziten? Es wäre vergebliche Mühe, sie aus dem Flysch beziehen zu wollen, denn nirgends kennen wir heute eine so reine Quarzitfazies im Kreide- oder Tertiärflysch, ganz abgesehen davon, daß der Metamorphosezustand entschieden ein höheres Alter verlangt. Quarzite in solcher Menge und Ausbildung vermag im alpinen Raum nur das Permowerf des Penninikums zu liefern. Und es ist vielleicht doch mehr als bloßer Zufall, daß gerade im Wallis diese Permotrias-Quarzite mitunter in der großartigen Mächtigkeit von einigen 100 m auftreten (Bernhardecke!). Zwar wird man naturgemäß eher eine Decke aus dem hochpenninisch-unterostalpinen Grenzgebiet als Quarzitlieferant ansprechen wollen^{45a}, wenn auch vorläufig nichts Bestimmtes dar-

^{45a} Tatsächlich sind Triasquarzite auch im Walliser Hochpenninikum weit verbreitet (STAUB 1942), ARGAND erwähnt sie sogar vom Mont Dolin (mündl. Hinweis v. R. STAUB).

über ausgesagt werden kann, bis zu welcher Tiefe das penninische Deckenpaket zur Miozänzeit von der Erosion bereits aufgerissen war. Aufgabe künftiger Geröllforschung im Raume des Thunersees wird es sein, das Erscheinen dieser Napfquarzite zeitlich so gut wie möglich zu fassen. Den Beschreibungen von BECK (1911b, 53) zufolge möchte ich fast vermuten, daß ihr Einsatz schon im Chatt der Blumen erfolgt ist.

Gewichtige Zeugnisse über die Abstammung der Quarzite vom Typus des Napffächers sind übrigens bereits in der Literatur niedergelegt, wenn vielleicht auch an etwas versteckter Stelle. So setzt sich ARGAND bei der Durchsicht einer Quarzitkollektion aus dem Muschel-sandstein der Burdigalbasis von Brüttelen (Berner Seeland) unbedenklich für den Bern-hard-Charakter dieser Gerölle ein (GERBER 1913, 467). Und ALB. HEIM schreibt in ähnlichem Sinne: «Die penninischen Triasquarzite finden sich als Gerölle massenhaft in der Miozänagelfluh des Napfgebietes . . .» (1922, 493).

Daß von den tonig-schiefrigen Bündnerschieferserien nur die härtesten Glieder der fluviatilen und marinen «Aufbereitungsmühle» entronnen sind, bedürfte eigentlich keines besonderen Hinweises.

Aus hochpenninisch-unterostalpinem Grenzbezirk sind offenbar auch die Ophiolithe des Napffächers zu beziehen, die schon zu Beginn der Geröllschüttung im Burdigal an die Seite der Triasquarzite treten und sie getreulich bis ins oberste Torton hinaufbegleiten.

Halten wir für unsere Zwecke fest: Zumindest bereits zu Beginn des Miozäns stand der «Uraare» hochpenninische Geröllfracht zur Verfügung. Hinsichtlich Erosionstiefgang im alpinen Deckengebäude war die Uraare dem Urrhein durch das ganze Miozän um ein gutes Stück voraus.

Daß die Quarzitgruppe in der Napfagelfluh infolge fluviatiler Anreicherung stark übervertreten ist, darf angesichts der hervorragenden Widerstandsfähigkeit des Gesteins nicht wundernehmen. Dazu kommt, daß vielerorts (so auch bei der «fluviomarinen»⁴⁶ Basisagelfluh von Buenas) noch meerische Umlagerung und Aufbereitung mit im Spiele ist, auf deren Bedeutung an Quarzitnagelfluhen der Umgebung von Bern jüngst aufmerksam gemacht wurde (RUTSCH 1945, 1947; FRASSON 1947). Immerhin glaube ich, daß man in diesem speziellen Fall der aufbereitenden Kraft submariner Strömungen auch zuviel zutrauen kann. Im Zentrum des Napffächers, wo die marine Fazies offenbar fehlt (LIECHTI 1928, 24), erreicht die Quarzitgruppe Werte bis zu 49%, was auch nach mariner Aufbereitung nicht wesentlich überschritten wird (Scherli-Nagelfluh, FRASSON 1947, 16; Belpberg, RUTSCH 1927, 33). Dabei deute ich allerdings die «Gangquarze», die nach RUTSCH und FRASSON den Hauptteil ihrer Quarzitgruppe ausmachen sollen, in Triasquarzite um, womit die «Restschotter-Natur» der Nagelfluh natürlich stark gemildert wird. Im übrigen gibt — und das ist ein Verdienst von RUTSCH, darauf wieder einmal eindringlich hingewiesen zu haben — der Sedimentationsmechanismus dieser fluviomarinen Schotter noch zahlreiche Rätsel auf.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch in der Frage der Umlagerung oligozäner in miozäne Nagelfluh die Triasquarzite des Napffächers ein geeignetes Kriterium zur Nachprüfung dieser schon so oft, aber stets ohne zwingende Beweise vorgebrachten These abgeben werden.

II. Hohronen-Nagelfluh (Aquitain)

In der Hohronen-Nagelfluh, deren Schwerpunkt vielleicht weniger am namengebenden Hohronen, als am Zugerberg liegt, begegnet uns erstmals das Abbild einer «autochthonen» Schüttung aus dem unmittelbaren alpinen Hinterland (Taf. 1).

⁴⁶ Zweckmäßige Bezeichnung für Nagelfluhen, welche fluviatilen und marinen Transport hinter sich haben und in marinem Milieu zur endgültigen Ruhe gekommen sind.

Ihr extrem bunter Habitus (bis 75% Kristallin, ohne Quarze-Quarzite) geht aus folgender Zählung hervor (Tab. 1, S. 21), die sich in allen wesentlichen Punkten mit dem Geröllbestand deckt, den KLEIBER (1937) am Hohronen und ESCHERHESS (1907, 32) bei Lothenbach N Walchwil vorgefunden haben (vgl. auch FRÜH 1888, 71—74).

Der petrographische Gegensatz gegenüber der (bunten) Riginagelfluh ist denkbar groß. In der Kombination grauer, roter, rotgrüner und grüner Granite mit roten und grünen Quarzporphyren und grauen Glimmerschiefern läßt das Kristallin deutlich unterostalpine Anklänge (Err-Bernina) durchschimmern. Der Sedimentanteil ist viel charakterloser als am Rigi. Ohne eingehende Detailuntersuchungen kann man recht wenig Zuverlässiges aussagen. Gesichert ist das Vorkommen von graubraunen Dolomiten, roten Radiolariten, von Spongienkalken, Tristelbrekzien, aber alles in verhältnismäßig kleinen Geröllen. Den Hauptanteil aber machen helle und dunkle Kalke aus, die ohne umfassende Dünnschliffuntersuchungen nicht heimzuweisen sind.

IV. Teil:

Die Bunte Riginagelfluh

I. Vorbemerkungen

Über den Geröllbestand der gegen 4 km mächtigen Rigi-Roßberg-nagelfluh (RRN) ist bis heute recht wenig bekannt geworden. Die lithologische Grobeinteilung der gesamten Nagelfluhmasse in (Weggiser)Kalknagelfluh unten, Bunte Nagelfluh in der Mitte und (Scheidegg)Kalknagelfluh oben, hat schon KAUFMANN (1860) angewandt und aus der Unzahl der Geröllarten einige bezeichnende Typen herausgehoben (1860, 70 ff.; 1872, 342 ff.; 1886, 584 f.). FRÜH hat im Rahmen seiner Preisarbeit die Zusammensetzung der Riginagelfluh einer kursorischen Besprechung gewürdigt (1888, 59–66). Über den von ihm und ESCHER-HESS (1907) erreichten Stand der Erkenntnis sind wir trotz ergänzender Beiträge von BAUMBERGER (1929), CADISCH (1923, 1930), ALB. HEIM (1919, 49–58) und RENZ (1937b, 118 f.) eigentlich nicht hinausgekommen.

Die Anregung, mich mit den Geröllen der Riginagelfluh etwas näher vertraut zu machen, holte ich auf dem Umweg über den mächtigen Moränenschutt des Zuger- und Walchwilberges, der zu einem wesentlichen Teil aus Nagelfluhblöcken vom Typus Roßberg aufgebaut wird⁴⁷. Die Ergebnisse dieser mehr beiläufig gedachten Untersuchungen an Nagelfluh-Erratikern waren indessen, nicht zuletzt dank der prachtvollen Anwitterung der kalkigen und dolomitischen Komponenten, so ermutigend, daß ich meine Studien auf die RRN (Rigi-Roßberg-Nagelfluh) auszudehnen begann.

Angesichts der gewaltigen Mächtigkeit des Rigi-Schuttfächers mußte ich mir Beschränkung auferlegen. Ich verlegte deshalb mein ganzes Interesse auf den Komplex der «Bunten» RRN, der mit seinen roten Graniten und «älteren Konglomeraten» seit jeher besondere Anziehungskraft besaß.

Der Hauptteil meiner Gerölluntersuchungen im Anstehenden entfällt auf das Trümmerfeld des Goldauer Bergsturzes und die Gipfelbänke des Rigi, vom Kulm südwärts über den Rotstock bis zum Dossen.

II. Altersstellung

Die Streitfrage, ob die gesamte Riginagelfluh präaquitanes Alter besitzt oder ob deren höhere Partien ins Aquitan, wenn nicht gar ins Burdigal hinaufreichen, ist

⁴⁷ Der berechtigte Einwand, daß erratisches Material infolge seiner heterogenen Zusammensetzung für geröllkundliche Studien dieser Art denkbar ungeeignet sei, ist in unserem Fall nicht stichhaltig. Nach Fundumständen und petrographischer Beschaffenheit steht die Zugehörigkeit der betr. erratischen Nagelfluhblöcke zur Roßberg-Nagelfluh außer Zweifel. Eine Verschleppung aus dem Aquitan kommt schon der Lage nach, dann aber vollends wegen der gänzlich abweichenden petrographischen Zusammensetzung der Aquitannagelfluhen nicht in Betracht.

noch nicht entschieden. Wenn wir im folgenden das Niveau der Bunten Nagelfluh als *chattisch* anführen, so beziehen wir uns auf die Molluskenfauna, die BAUMBERGER 1929 aus der Abrißnische des Goldauer Bergsturzes namhaft gemacht hat, neben dem neu bestätigten Rupel an der Rigibasis (BUXTORF & KOPP 1943) der einzige chronologische Fixpunkt, den wir zur altersmäßigen Festlegung des Rigi-profils zurzeit besitzen.

Meinerseits kann ich einen Gastropodenfund anführen, der gleichfalls vom Gnippen (aus den Pflanzenmergeln des Bergsturzgebietes) stammt. Dr. W. WENZ-Frankfurt a. M. hat ihn als

Cepaea? subsulcosa THOMAE

bestimmt und möchte darin ob. Chatt-unt. Aquitan sehen. Ein sicherer Altersbeweis auf Grund dieser Form ist also nicht zu führen, zumal leichte Deformation die Entscheidung erschwert⁴⁸.

Das letzte Wort in dieser Angelegenheit wird der Säugetierpaläontologie zukommen, der eine Reihe empfindlicher Leitformen zur Verfügung steht, um Chatt und Aquitan einwandfrei abzutrennen.

III. Quantitative Ergebnisse

Eine nur einigermaßen quantitative Erfassung der horizontalen und vertikalen Schwankungen und Veränderungen im Geröllbestand der Riginagelfluh hätte eine Arbeit für sich bedeutet. Sie wurde zum vornherein nicht angestrebt. Mir kam es mehr darauf an, erst einmal ein vertiefteres Bild von der stratigraphischen Zugehörigkeit und der Heimat der einzelnen Komponenten zu erlangen und so eine tragfähige Unterlage zu schaffen, auf der eine zukünftige quantitative Geröll-analyse weiterbauen kann.

Es ist, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, zudem auch methodisch nicht ratsam, Zählungen anzusetzen, bevor man sich einen umfassenden Überblick über die petrographisch-stratigraphische Zusammensetzung der Nagelfluhkomponenten verschafft hat. Erst dann wird man in zweckmäßige, nicht zu weite Gruppen zusammenfassen, Leitgerölle herausheben und ihrer Schwankung besondere Aufmerksamkeit schenken können, abgesehen davon, daß «Früh»- und «Spät»-Auszahlungen in ihren Ergebnissen nicht unerheblich voneinander abweichen können.

Einen guten Überblick über die «mittlere» mengenmäßige Zusammensetzung der Bunten Riginagelfluh vermittelt Tab. 3, in der vergleichsweise auch die Zähl-ergebnisse von ESCHER-HESS (1907, 9) und RENZ (1937b, 118) aufgenommen sind⁴⁹.

Daß die RRN den Zusatz «bunt» eigentlich zu Unrecht trägt, hat als erster RENZ (1937b) hervorgehoben. Auch auf Grund unserer Zählung ist sie als kristallinführende Nagelfluh zu bezeichnen.

⁴⁸ Neue, ziemlich umfangreiche Aufsammlungen von einer Fundstelle unweit der eben erwähnten — ich verdanke deren Kenntnis einem frdl. Hinweis von Ing. chem. H. KOHLER-Cham — lagen versandbereit, als mir die Kunde vom jähen Hinschied von Dr. W. WENZ-Frankfurt a. M. zukam. Aus diesem Grunde ist die Bearbeitung der Molluskenfauna unterblieben. Als sicheres und zahlenmäßig gut vertretenes Faunenglied glaube ich *Triptychia escheri* (SANDB.), eine Leitform des Chatts, erkennen zu können. Wie mir Herr KOHLER nachträglich mitzuteilen in der Lage war, stammen die Fossilien, die der Altersbestimmung BAUMBERGERs vom Jahre 1929 zugrunde liegen, von eben dem gleichen Fundort.

⁴⁹ Angesichts der ganz erheblichen (und in ihrer Art lehrreichen) Unterschiede in der Gruppenbildung wäre es nicht ratsam gewesen, die Nomenklatur der drei Autoren auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen.

Schließlich mag auch hier noch einmal darauf hingewiesen werden, daß uns für die Charakterisierung der gesamten Riginagelfluh g a n z e d r e i (!) Zählungen zur Verfügung stehen (die zudem profilmäßig dicht aufeinanderfolgen), eine Zahl, die sich angesichts der gegen 4 km mächtigen Nagelfluhsreihe mehr als bescheiden ausnimmt. Über die liegende Weggiser- und die hangende Scheideggnagelfluh wissen wir geröllanalytisch noch so gut wie nichts.

Insbesondere sollten es sich künftige statistische Untersuchungen zur ersten Aufgabe machen, das profilmäßige Verhalten (Einsatz, Schwerpunkt, Abklingen) von so markanten Gerölltypen wie es die roten Granite und die Mokauskonglomerate darstellen, durch die ganze Rigischuppe durchzuverfolgen.

Tab. 3. Zusammensetzung der Bunten Riginagelfluh

1) Autor: ESCHER-HESS (1907, 9)

Ort der Zählung: Zwischen Vitznau-Lützelau

Gezählte Komponenten: 1497

Kalk	70.9
Dolomit	1.5
Hornstein und Ölquarzit	8.6
Quarzit, verschieden	5.4
Glimmerschiefer	0.5
Granit und Porphyry	5.6
Grünstein	0.3
Unbestimmt	7.2
Total	100 %

2) Autor: H. H. RENZ (1937b, 119, Wortlaut der Geröllliste leicht gekürzt)

Ort: Rigi-Kulm

Gezählte Komponenten: 440

Rote Granite, grobkörnig	4
Rote Granite, feinkörnig-porphyrisch	2
Rote Quarzporphyre	2
Graue Quarzporphyre	
Granodiorit, feinkörnig	
Basische Eruptiva	
Dunkle Glimmerquarze bis Gneise	
Gelbe Flyschkalke, z. T. kieselig	28
Flyschbrekzien und -konglomerate	8
Flyschsandsteine und Flyschmergelkalke	3
Fleckenmergelkalke, wohl meist Flysch, z. T. Lias-Kreide	4
Helle, dichte Kalke (Klippenmalm-Biancone-Flysch)	8
Dunkle-schwarze Kalke (Lias, Klippenmalm, Flysch)	14
Mergelkalke, Kalkschiefer usw.	7
Kieselkalke, hell und dunkel, Neokomtypus	5
Übrige Brekzien und Konglomerate (Lias, Tristel?)	1
Ölquarzte	2
Hornsteine, Radiolarite bis Hornsteinkalke	3
Dolomite, Dolomitbrekzien, stark dolomitische Kalke	7
Verschiedenes:	
1 roter Kalk (Adnether?, Tithon?)	2
1 roter Sandkalk (Lias?)	
1 Krinoidenbrekzie	
3 weiße Marmore, dolomitisch	
Total	100%

3) A u t o r : J. Speck

Ort der Zählung: Goldauer Schutt, unterhalb Gnippen

Gezählte Gerölle: 370

Kristallin	8
Rote Granite, grobkörnig	3
Rote Granite, feinkörnig-porphyrisch	1
Quarzporphyre, rotbraun bis grünlich-violett	2
Gneise-Glimmerschiefer	2
Gangquarze, oft rötlich verfärbt	—
Trias	10
Hauptdolomite, zuckerkörnig, bituminös	8
Hauptdolomitbrekzien	1
Rät in Kössenerfazies, Lumachellen	1
Marmor	+
Lias in Mergelfazies	13
Liasfleckenkalke	13
Lias in Kalkfazies	4
Liasbrekzien, grauweiß-rötlich	2
Helle Liaskalke, grobkörnig (Typus Hierlatz)	2
Rote Liaskalke, Typus Adneth	+
Lias in Kieselfazies	
Hornstein, schwarz	+
Radiolarit	19
Radiolarienhornsteine-Hornsteinkalke, rot	4
grau, graugrün	11
schokoladebraun	4
Aptychenkalk	8
Grauweiße, dichte Kalke	8
Flysch (exkl. Mokausagesteine)	34
Flyschkieselkalke, graubraun-schwarz	12
Flyschmergelkalke vom Typus Alberese, z. T. fleckig	2
Flyschsandsteine, oft etwas brekziös	7
Flyschsandkalke	11
Ölquarzite, metallglänzend, grün	1
Übrige Flyschquarzite	1
Mokausakonglomerate	4
fein-grobkörnig	4
Gesamt-Total	100%
Geröllmaximum:	
Flyschkalk, gut gerundet	30×26×20 cm

IV. Qualitative Beobachtungen

Neben der erneuten Bestätigung mehr oder minder bekannter Tatsachen sind auch einige recht interessante Zusammenhänge und Probleme aufgedeckt worden, welche ganz besondere Berücksichtigung erfahren werden.

Die Anordnung der Geröllurkunden erfolgt wiederum in der Reihenfolge ihres vermutlichen Alters und (bei den Sedimenten) unter Zuteilung zu einem der großen alpinen Faziesstreifen. Durch nähere Besprechung der aktenmäßigen Belege wird jede Geröllgruppe kurz skizziert. Im Anschluß daran kommt die Frage der Herkunft zur Sprache, worauf, wie gewohnt, auf dem Wege über den Faziesvergleich mit dem heutigen Rückland eine Antwort gesucht wird. Auseinandersetzungen mit widersprechenden Äußerungen im einschlägigen Schrifttum runden das Bild ab. Schließlich sind dort, wo die Geröllkunde besonderer Aussage fähig ist oder ihrerseits Fragen von alpinem Interesse stellt, auch Ausblicke auf das alpine Rückland eingefügt.

1. Kristallines Grundgebirge

Das Kristallin der bunten RRN besitzt ein sehr einheitliches Gepräge und wird von einigen wenigen, äußerst bezeichnenden Grundtypen bestritten. Es sind dies:

A. Rote Granite

Sie dürfen neben den noch zu besprechenden Mokauskonglomeraten als die Charaktergerölle der bunten RRN bezeichnet werden, welche ja gerade auf Grund dieser auffälligen Komponenten das Attribut «bunt» zugesprochen erhielt. Trotzdem die Gruppe mengenmäßig den Hauptanteil des Gesamtkristallins ausmacht, ist ihr Variationsbereich erstaunlich gering. Normalfazies ist ein mittel- bis grobkörniger Granit, der praktisch nur lichtroten Feldspat und glasklaren Quarz führt. Weiße Feldspäte wurden selten, grünliche nie beobachtet. An dunklen Gemengteilen tritt einzig Biotit mit einiger Konstanz auf, bald in idiomorphen, sechseckigen Blättchen, im ganzen aber immer recht spärlich. Diese Armut an melanokraten Bestandteilen ist für den roten Rigidgranit bezeichnend.

Um die Normalfazies scharen sich porphyrische und aplitische Abarten von gleicher Rotfärbung. Sie fügen sich ausgezeichnet in den Rahmen des Gesamtbildes dieser roten Granite ein.

Roter, grobkörniger Granit

Typischer Rigidgranit, sehr sauer, da reich an Quarz und hellrotem Feldspat, vereinzelte rostige Biotite.

Im Schliff verrät das Gestein holokristallin-grobkörnige Struktur bei absoluter Massigkeit. Hauptgemengteile sind Orthoklas-Alkalifeldspat und Quarz. Die Alkalifeldspäte weisen fast alle perthitische Strukturen auf, ein Merkmal, das offenbar als Charakteristikum der roten Rigidgranite gelten darf. Nesterweise unterliegen die Perthite starker Serizitisierung. Gegenüber den großen Alkalifeldspäten fällt der vereinzelt und in kleinen, aber schön idiomorphen Individuen auftretende saure Plagioklas (Albit-Oligoklas) kaum ins Gewicht. Er teilt sich mit dem spärlichen, in Chloritisierung begriffenen Biotit in die Rolle eines Nebengemengteils.

Ein Schliff erweckt Verdacht auf resorbierte Hornblende. Akzessorien sind Erz (vor allem Hämatit) und Zirkon.

Granitporphyr

Porphyrische Abart des normalen Rignigranits. Rötlichviolettbraune, feine, quarzreiche Grundmasse und lichte, kurzleistige, rosa Feldspäte (bis 6 mm) sowie rundliche Quarze als Einsprenglinge.

Unter dem Mikroskop wird der mustergültige, holokristallin-porphyrische Aufbau offenbar. Die feinkörnige, panallotriomorphe Grundmasse setzt sich aus Quarz und Kalifeldspat zusammen, wobei es zu myrmekitischen Durchwachsungen kommt. Als Einsprenglinge treten mitunter stark serizitisierte Orthoklase und frische, + — isometrische Quarze (Bipyramiden!) auf. Erstere zeigen häufig schöne perthitische Entmischung, letztere Verrundung und Einbuchtung als Folge magmatischer Korrosion. Ganz vereinzelt gelingt der Nachweis von chloritischen Biotitfetzen, etwas häufiger jener von kleinen sauren Plagioklaseinsprenglingen.

B. Quarzporphyre

Ihre Schwankungsbreite ist, abgesehen von einigen schwer einzureihenden Außenseitern, wie bei den Graniten sehr eng. Zum Teil haben wir in ihnen sicher die porphyrische Randfazies oder porphyrische Gangnachschiebe und Ergüsse jenes Granitplutons zu sehen, dem die roten Rignigranite angehört haben.

Makroskopisch lassen sich zwanglos zwei große Gruppen auseinanderhalten: Einmal graue, grauviolette bis dunkelviolettröte Quarzporphyre, reich an Einsprenglingen von öglänzendem, rundlichem Quarz und schlecht umgrenzten, meist lichtweißem Feldspat. Frische (und dann sehr harte) Gerölle sind eher selten. In den verwitterten Geschieben sind die Feldspäte weitgehend kaolinisiert. Sie heben sich dann dank ihrer stumpfweisen Farbe in ihren Umrissen viel deutlicher ab als in frischem Zustand. Die Grundmasse zeigt vielfach Tendenz zu fleckiger, hämatitischer Verfärbung, die dann auch vor den Feldspateinsprenglingen nicht Halt macht, oder aber sie nimmt einen Stich ins Grünliche an. Faseriger Epidot erfüllt einzelne Nester⁵⁰

Den dunklen Quarzporphyren steht eine hellrote, lichtbräunliche bis dunkelbraunrote Gruppe gegenüber, die alles in allem weniger umfangreich, aber eher typenreicher als die erstgenannte ist.

Als Einzelbeispiele seien gegeben:

Dunkelgrauer Quarzporphyr

Sehr zähes, frisches Geröll, massig, ohne Klüftung, rundliche Quarzeinsprenglinge und milchweiße Feldspäte führend.

Schliff: Angesichts des frischen Habitus überrascht der erstaunlich starke Zersetzungsgrad. Die Struktur ist typisch hemikristallin-porphyrisch. In der mikrofelsitischen Grundmasse sind deutliche Anzeichen von Fluidalgefüge vorhanden. Unter den Einsprenglingen stehen die Quarze mengenmäßig an erster Stelle, größtmäßig werden sie von den Feldspäten übertroffen. Letztere heben sich erst bei gekreuzten Nicols von der Grundmasse ab. Es handelt sich vorwiegend um Kalifeldspat. Ansätze zu mikroperthitischer Entmischung sind verbreitet. Feinlamellierter, saurer Plagioklas tritt gegenüber dem Kalifeldspat hinsichtlich Größe und Individuenzahl stark zurück. Die Quarze sind prachtvoll frisch, durch magmatische Resorption buchtig korrodiert und zum Teil

⁵⁰ Auf Angehörige dieser Gruppe beziehen sich offensichtlich die Dünnschliffbeschreibungen, die C. SCHMIDT von zwei quarzporphyrischen Geröllen der Roßbergnagelfluh gegeben hat (FRÜH 1888, 180).

völlig aufgezehrt. Melanokrate Einsprenglinge sind spärlich, am ehesten noch finden sich weitgehend chloritisierte Biotitflitter. In einem Fall war auch völlig in Erz und schmutzigrüne Chloritfasern zersetzte Hornblende nachweisbar. Akzessorisch treten auf: Erz (vor allem Hämatit) und Apatit.

Rotbraune Quarzporphyre

In feinkörnig-dichter Grundmasse schwimmen Einsprenglinge von mattweißen oder rötlich verfärbten Feldspäten und rundlichen Porphy Quarzen. Bruch: klüftig-polyedrisch.

Schliff: Bei hemikristallin-porphyrischer Struktur mikrofelsitische Grundmasse mit Einsprenglingen von Quarz und Feldspat. Einzelne Quarze zeigen schöne Bipyramidenquerschnitte, andere sind von magmatischer Korrosion ergriffen und durch tiefe, lappige Resorptionsbuchten aufgegliedert. Die Feldspäte sind stark zersetzt. Soweit bestimmbar, ist Orthoklas und Perthit durchweg führend, während die kleinern, lamellierten, sauren Plagioklasse stark zurücktreten. Dunkle Gemengteile erscheinen wiederum nur sporadisch in Form von Chlorit (aus Biotit). Hornblende war nicht auffindbar. Die Grundmasse zeigt Anklänge an fluidale Textur. Akzessorisch sind: Erz, Apatit, Titanit.

C. Metamorphes Kristallin

Zu den roten Graniten und Quarzporphyren gesellen sich als treue Begleiter **Gneise**, **Glimmerschiefer** und **Glimmerquarzite**, die ihrerseits wiederum eine klar umrissene Einheit ausmachen. Eine gute, umfassende Charakterisierung ist nicht leicht zu geben. Als bezeichnende Merkmale haben zu gelten: Intensive Feinschieferung, dunkle Farbe (wobei der stumpfe Rotschimmer auf ferritische Infiltration längs Schieferungsflächen zurückgeht) und feines, makroskopisch oft kaum wahrnehmbares Korn. Reichtum an muskowitisch-serizitischem Glimmer verleiht den Schieferungsflächen oft hohen Glanz. Zur praktisch vollkommenen Abrolung vieler Glimmerschiefergerölle haben wir bereits anlässlich von Überlegungen zur Geröllmechanik Stellung genommen (S. 12 und Abb. 2, 3).

Es ist sehr wohl möglich, daß dieser Gruppe kristalliner Schiefer regelrechter Leitwert für RRN zugesprochen werden darf. Auf FRÜH (1888, 63), der mit eingehender Kenntnis der ostschweizerischen Nagelfluhen an das Studium der Rigi-konglomerate herantrat, machte die Gesellschaft einen «neuen, fremdartigen» Eindruck und er entsann sich nicht, ähnliches weiter östlich je gefunden zu haben.

Eher selten sind dann mittel- bis grobkörnige **Flaser-** und **Augengneise**, sowie **graue Glimmerschiefer**, die sich aber noch ohne Zwang in den Rahmen der Hauptgruppe einfügen lassen.

Über die Natur der erwähnten rötlichen Verfärbung konnte ich mir noch kein abschließendes Urteil bilden. Sie sollte noch näher untersucht werden. Es bleibt zu entscheiden, ob wir in dieser Rotfärbung des metamorphen Kristallins ein Erbe aus paläozoischer Zeit zu erblicken haben, oder ob sie erst auf sekundärer Lagerstätte unter Einfluß des rötlichen Nagelfluhbindemittels erworben wurde. Im letzteren Fall (und ich möchte ihm den Vorzug geben) muß man sich mit der Vorstellung primär hellerer, grauer Farbe der ganzen Geröllgruppe vertraut machen, was natürlich auch bei der Suche nach Parallelen und Analogien entsprechend in Rechnung zu stellen ist.

Der Normaltypus läßt sich etwa folgendermaßen beschreiben:

Glimmerschiefer-Glimmerquarzite

Sehr feinkörnig, Schieferungsflächen eng geschart, mit silberhellen Muskowit-Serizit-Zügen und dunkelroten Infiltrationsbelägen.

Erst im Schliff kommt der makroskopisch kaum beurteilbare Anteil der einzelnen Mineralien richtig zur Geltung. Der Löwenanteil entfällt auf die isometrischen Quarzkörner, die buchtig-lappig ineinandergreifen und Träger der granoblastischen Struktur sind. Dazu treten Muskowit, Serizit und spärlicher, chloritisierter Biotit. Übergemengteile: Apatit, Epidot, Erz.

An diese Hauptgruppe schließen die weniger häufigen hellen Flasergneise an:

Zweiglimmer-Augengneis. Rigikulm.

Im Hauptbruch uneben-schiefrig, im Querbruch typische Augentextur, mit Quarz- und Feldspatfasern, um die sich die Muskowite und Biotite winden. Längs den glimmerbesetzten Schieferungsebenen ferritische Verfärbung, die z. T. von der Zersetzung der Biotite herrühren mag.

Schliff: Die linsenförmig ausgezogenen Porphyroklasten von Feldspat (meist Alkalifeldspat) und Quarz werden von den Glimmern (Muskowit, Biotit) lidartig umflossen. Die Quarze sind stark zerbrochen, undulös und nesterweise zu Sandquarz zertrümmert. Der Biotit zeigt schwachen Pleochroismus und mitunter leichte Chloritisierung.

Genau die gleichen flasrigen «Stengelgneise» sind es, die im Kronberg- und Gäbrisaquitaneine so weite Verbreitung besitzen (FRÜH 1888, 41; RENZ 1937a, 80; HABICHT 1945, 67). Sie werden von den ersteren Autoren dem Campo-Silvrettakristallin genähert und scheinen ins Miozän hinaufzusteigen, wo sie als «grobkörnige Muskowit-Biotitaugengneise» vom Typus Silvretta beschrieben werden (CADISCH 1923, 225). Gute Übereinstimmungen bestehen nach eigenen Beobachtungen mit den Streifen- und Flasergneisen vom Typus Flüela.

Feinflasriger Biotit-Serizitgneis

Hellfarbig, grauweiß mit leichtem Schimmer ins Grünliche, feinschiefrig. Die schwach gewellten Schieferungsflächen sind über und über mit dunklen Biotitschuppen bedeckt. Weicher, seidiger Glanz verrät auch Anwesenheit von Serizit. Im Querbruch ist die Textur feinlinsig. Die Feldspatfasern zeigen ferritische Verfärbung.

Schliff: Hauptgemengteile sind Quarz und Feldspat, vorwiegend große, relativ frische Alkalifeldspäte, die felderartig zerbrochen sind. Um die Feldspataugen legen sich Mörtelkränze von sandig zertrümmertem Quarz und Biotitsträhnen, die Anzeichen beginnender Chloritisierung aufweisen und von Serizitfaltern begleitet sind. Vom Außenrand einzelner Feldspäte wächst Quarz in myrmekitischer Verwachsung gegen das Zentrum vor. An Akzessorien entdeckt man Apatit und Erz.

Ein Geröll dieser Art von respekabler Größe (16×32 cm sichtbare Achsenlänge) und vollkommener Rundung barg ein erratischer Roßberggnagelfluh-Block ob Zug.

Auch zu genanntem Typus lassen sich makroskopisch absolut identische Gerölle aus dem metamorphen Kristallin der Kronberg-Gäbriszone beibringen. Wiederum zeichnen sich deutliche Beziehungen zu den hellen, flasrigen Zweiglimmergneisen der Silvretta-Oetzmasse ab, eine Aussage, die nach Ansicht von Kennern des oberostalpinen Kristallins unbedingt verantwortet werden kann (voneinander unabhängiges Urteil der Herren Prof. R. STAUB, Prof. W. LEUPOLD und Prof. F. De QUERVAIN).

Das Zurücktretende der grobkörnigen Augengneise im Kristallinbestand ist nicht unbedingt als Abbild primärer Verhältnisse hinzunehmen. Hier haben z. T. wenigstens sicher fluviatile Ausmerzungsprozesse ihre Hand im Spiel, da man den betreffenden Gesteinen auf Grund ihrer strukturellen und textuellen Eigenschaften zum vornherein keine große mechanische Widerstandskraft zutrauen kann.

D. Rote Granitbrekzien

Sie müssen in nahen Zusammenhang mit den roten Graniten gebracht werden, mit deren porphyrischen Arten sie makroskopisch auch tatsächlich verwechselt werden können. Erst auf der angewitterten Oberfläche löst sich das im frischen Bruch

anscheinend einheitliche Gestein in eckige, granitische Brocken auf, die in einem Zwischenmittel von feinem Granitgrus schwimmen.

Rote Granitbrekzie

Geröll vom Aussehen eines porphyrischen Rigi-Granits, aber mit kalziterfüllten Drusen- und Kalkzementhöhlen und seltenen Komponenten von Dolomit und dunklem Kristallin.

Der Dünnschliff zeigt, daß wir es mit einem Trümmergestein zu tun haben. Ein rötlicher Granitgrus umhüllt größere, porphyrische Komponenten mit Feldspat-sphärolithen und prachtvollen, schriftgranitischen Verwachsungen, ähnlich den Granophyren im «roten Granit» von Lugano.

Arkosesandstein

Dunkelrot, feinkörnig, im ganzen Habitus sehr stark an (germanischen) Buntsandstein gemahnend. Nur in einem einzigen Exemplar beobachtet.

Schliff: In einem für Buntsandstein merkwürdig reichlichen Kalkzement schwimmen klastische Komponenten von auffälliger Gleichkörnigkeit, die sich zu ungefähr gleichen Teilen auf Quarz und Feldspat beziehen lassen. Die Feldspäte sind stark zersetzt, der Quarz frisch, beide Bestandteile kaum kantengerundet. Hinzu tritt Biotit, z. T. in Chlorit umgewandelt und hämatitisches, staubiges Pigment, dem die Feldspäte ihre Rotfärbung verdanken.

Durch die Merkmale: schlechte Rundung und Bindemittelreichtum wird die Handstückdiagnose als Buntsandstein stark entwertet. Es handelt sich allem nach um einen eigentlichen Granitgrus, der so gut wie keine Transportaufbereitung erfahren hat und der in enger Beziehung mit Granitbrekzien vom obigen Typus stehen muß.

Deutung. Dem ganzen Charakter nach haben wir es mit eigentlichen Bordenbrekzien zu tun, die über rotgranitischem Untergrund entstanden sind, oder deren Material doch aus allernächster Nähe stammt. Man hat sie genetisch etwa in Parallele zu setzen mit den Aufbereitungsbrekzien über den permischen Luganenser Porphyren, mit denen sie die wesentlichen Merkmale gemeinsam haben (nach frdl. Mitteilg. von Prof. F. DE QUERVAIN).

Das Bild herzynischer Verwitterungsbrekzien scheint tatsächlich den besprochenen Granitbrekzien am ehesten gerecht zu werden.

Wir sind nun aber im Besitz stratigraphischer Urkunden (einige Mokausergerölle, vgl. S. 108), die aussagen, daß Oberkreideflysch in «Mocauser»-Fazies stellenweise über einen kristallinen Unterbau vom Typus der roten Rigi-Granite und Quarzporphyre hinwegtransgredierte. In Einzelfällen mag es schwierig werden, diese rotgranitischen Transgressionsbrekzien des Cenomans von den permischen Verwitterungsbrekzien zu trennen.

Da sie vermutlich mit dem Grundgebirge zusammengehen, seien hier anhangsweise folgende Komponenten mitgenannt:

E. Milchquarze

Milchweiße, längs Rissen kirschrot-violett infiltrierte Quarzgerölle mit starkem Fettglanz. Ihr Anteil am Gesamtkristallin ist trotz hoher Transportresistenz gering. In Einzelfällen haften den Quarzen noch dunkle Phyllit- und Glimmerschieferfetzen an, ganz von der Art jener, die auf S. 70 beschrieben wurden. Umgekehrt sind die Glimmerschiefer mitunter von nieriigen Quarzadern durchsetzt.

Dies beweist, daß es sich nicht um Quarzkonkretionen aus mesozoischen Hüllsedimenten (Schiefererien vom Typus etwa der Bündnerschiefer!) handeln kann. Zu einem Teil sind es wohl eigentliche Gangquarze und stammen von Gängen ab, die vom Pluton des roten Rigi-Granits in die umgebende Schieferhülle ausschwärmten.

F. Marmore

Massige, hellgraue-schneeweiße Kalkmarmore sind der bunten Riginagelfluh, besonders im Gebiete des Rigikulms, nicht fremd. Ihr Alter ist nicht völlig gesichert.

Sie könnten zur Not ans Mesozoikum (marmorisierte Trias!) angeschlossen werden. Noch eher aber wird man an *paläozoische* Marmore denken, die aus kristallinem Grundgebirge stammen und in stratigraphischem Verband mit den beschriebenen kristallinen Schieferen standen. Solche «alten» Marmore als Keile und Linsen im Altkristallin sind für die Tonaleserie des höheren Ostalpins (das herkunftsmäßig für die Rigigerölle gerade in erster Linie in Frage kommt) bezeichnend (vgl. R. STAUB 1934a, 227).

G. Gesamtdeutung des Kristallins

Der uniforme kristalline Geröllbestand, der eine zwangslose Aufteilung in die drei *Großgruppen*: rote Granite, Quarzporphyre und Gneise-Glimmerschiefer zuläßt, und die durch Übergänge belegte nahe Verwandtschaft zwischen Intrusiv- und Effusivfazies verlangen nach einer Deutung, die diese Erscheinungen befriedigend zu erklären vermag. Wir sehen sie, um die Synthese den speziellen Fragen nach der Herkunft vorwegzunehmen, in folgendem:

In eine eintönige, ältere Schieferhülle vom Typus der vorerwähnten metamorphen Kristallingerölle wanderten spätherzynisch granitische Schmelzmassen ein. Diesem posttektonischen *Granitpluton*, der von der Orogenese kaum mehr mitgenommen wurde, gehören die roten Granite der RRN und ihre aplitischen und porphyrischen Spielarten an.

Mit zur *Gangefolgschaft* dieses Plutons gehören die Quarzporphyre. Möglicherweise sind sie bis an die Oberfläche durchgebrochen und haben sich in Form von Decken ausgebreitet (analog den zur Permzeit weit verbreiteten Deckenporphyren!). Im Zuge der Schleifung und Einebnung des herzynischen Orogens wurde der Pluton freigelegt und durch Aufarbeitung und Verwitterung des Granits an Ort und Stelle kam es zur Bildung von *Bodenbrekzien*.

Es wird Aufgabe der nächsten Abschnitte sein, den *sedimentären Oberbau*, der auf so beschaffenem Grundgebirge zum Absatz kam, in erster Annäherung zu ermitteln. Viele Anzeichen weisen darauf hin, daß dies die *Schichtenfolge der Simmendecke* war.

H. Verwandtschaftliche Beziehungen und Herkunft

Inwieweit ist nun das eben skizzierte Bild mit den bisher geäußerten Ansichten über die Herkunft der kristallinen Gerölle der bunten RRN vereinbar? Es sei versucht, uns mit den verschiedenen Ursprungshypothesen auseinanderzusetzen.

a) Granite

Vier Theorien stehen hier im wesentlichen zur Diskussion, nämlich 1) Abstammung vom *vindelizischen Randgebirge*, 2) Umlagerung aus *exotischen Blöcken* des Wildflyschs, 3) *südalpine* und 4) *unterostalpine* Heimat.

Zu 1). Die mit so viel Scharfsinn verfochtene Theorie vom «vindelizischen Randgebirge» (Abb. 9), mit der STUDER die Herkunft der exotisch anmutenden Kristallingerölle der Nagelfluh ganz allgemein zu erklären suchte, ist auf den Spezialfall der Rigigranite seit KAUFMANN nicht mehr angewandt worden. Vielleicht deshalb, weil gerade hier in der Zentralschweiz für eine trennende Kristallinschwelle

zwischen Flysch und Molasse (also zwischen dem wahrscheinlich unteroligozänen Altdorfersandstein und dem Rupel der Rigibasis) recht wenig Raum bleibt, umso mehr als der Nagelfluhklotz des Rigi ja nicht autochthon ist, sondern aus etwas südlicherer Heimat stammt.

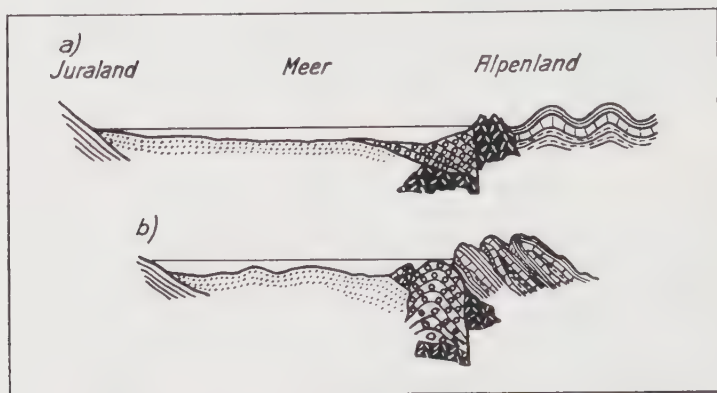


Abb. 9. Das «krystallinische» Randgebirge am Alpennordsaum in der Schweise von B. STU-
DER. — (Aus: Geologie d. Schw., 1853, S. 388, leicht vereinfacht.)

- a) Während der Molassesedimentation,
b) nach «Überschiebung der Kalkalpen». Schwarz mit weißen Strichen: das kristalline Küstengebirge, dessen Abrasion die «exotischen» Gerölle der Nagelfluh geliefert haben soll. Leere Kreise: Nagelfluh; Punkte: Sandstein und Mergel.

Zu 2). Es geht nicht an, eine enge Verwandtschaft zwischen Rigi- und Habkerngraniten des priabonen Wildflysches sehen zu wollen und beide von ein und derselben Eruptivmasse abzuleiten.

Dagegen spricht schon die Tatsache, daß **eigentliche Habkerngranite** mit den charakteristischen ölgrün-gelblichen, stark fettglänzenden Quarzen und den blaßroten Feldspäten unter den roten Rigi-Graniten bis zur Stunde fehlen, eine Feststellung, die übrigens in umfassender Weise mindestens «von der Iller bis Entlebuch» Geltung besitzt (FRÜH 1888, 41)⁵¹. Zudem ist die Variationsbreite der kristallinen Exoten im Habkernflysch — graue, grauweiße, grau-grüne Spielarten herrschen gegenüber dem Typus vor — unvergleichlich größer als jene der Rigi-Granite.

⁵¹ Damit sollen die echten Habkerngranite weiter im Westen (Blumennagelfluh: STUDER 1853; frdl. persönl. Mitt. von Dr. P. BECK-Thun) keineswegs angezweifelt werden. Auf einem anderen Blatt steht freilich ihre Deutung. Es richtet sich gegen sie der Verdacht, daß sie nicht auf sekundärem, sondern gar auf tertiärem Lager liegen. Ihr Ursprung wäre dann weniger in einer eigenen Habkerngranitmasse (die man sich in stratigraphischem Verband mit dem Habkernflysch zu denken hätte) zu suchen, als in den exotischen Kristallinblöcken eben dieses (priabonen) «Wildflysches» der Habkernzone. Angesichts der Tatsache, daß Schlierensandstein-Gerölle in der Oligozän-nagelfluh zwischen Reuß und Aare vielfach nachgewiesen sind (S. 120), liegt auch eine lokale Aufarbeitung blockreichen priabonen Wildflysches durchaus im Bereich der Möglichkeit.

Echte Habkern-Typen könnten nach dieser Anschauung eines Tages sogar im Rigi noch auftauchen. Bisher sind sie aber erst dort gefaßt worden, wo wir sie bei theoretischer Voraussage eigentlich erwarten müssen, nämlich im unmittelbaren Vorland der fremdblockreichen Flyschmulde von Habkern. Und soviel ich weiß, handelt es sich auch an der Blumen nicht um ein Massenvorkommen typischer Habkerngerölle, was natürlich die «Umlagerungstheorie» erschüttern müßte.

Sollte sich zudem bewahrheiten, daß für die Lieferung der Habkern-Fremdblöcke eine südhelvetische Inselschwelle und nicht die vorrückende ostalpine Deckenfront in Frage kommt, dann wäre a priori jeder Zusammenhang zwischen den roten Graniten vom Typus Rigi und Habkern illusorisch, da wir, wie gesagt, den Nachweis ostalpinen Ursprungs für erstere erbringen können.

Zu 3). ALB. HEIM hat, wohl unter dem Einfluß des südalpinen Habitus gewisser Sedimentgerölle der Riginagelflugh, den schon von EBEL (1808) verfochtenen Gedanken südalpinen Ursprungs der Rigi-Granite und -porphyre wieder aufgenommen (1919, 52). Tatsächlich bestehen gewisse Ähnlichkeiten zum Bavenogranit⁵², bzw. zu den roten und dunklen Luganeser Porphyren. Aber genau gleich ist eigentlich wieder nichts.

Zu 4). Als letzter und ernst zu nehmender Beheimatungsversuch bleibt die These von der unterostalpinen Provenienz der roten Rigi-Granite übrig, zu der besonders CADISCH (u. a. 1926, 35) und allem nach auch RENZ (1937b, 92) neigte. Es scheint mir aber, daß hier zu sehr nach dem Gedankenschema verfahren wurde: rote Granite = Berninadecke. Folgende Gründe lassen sich dagegen ins Feld führen:

Die Übereinstimmung zwischen den roten Graniten der Riginagelflugh und dem roten Berninakristallin ist unbefriedigend. Es fehlen im Niveau der bunten RRN — und zwar offensichtlich primär — so gut wie alle grünen, rotgrünen und weißen Granite⁵³, wie sie in so mannigfaltigen Abänderungen und Kombinationen das Deckenpaar Err-Bernina kennzeichnen. Es fehlen auch die Diorite und insbesondere die so auffälligen Leitgesteine des Berninamassivs (Quarzporphyre der Diavolezza, blaue Banatite vom Typus Munt Pers!), die wir bei unterostalpinen Abkunft doch mit Recht auch erwarten dürften. Und dies, obwohl mit dem Aquitan gerade in der Zentralschweiz typisches Err-Berninakristallin zur Förderung gelangt (Hohronen, S. 63), somit das Argument fazieller Verarmung oder völliger Auskeilung der unterostalpinen Deckenkerne gegen W zur Behebung des angeführten Widerspruches nicht herbeigezogen werden kann.

Die Annahme von der tiefgrisoniden Heimat der roten Granite findet auch in der sie begleitenden metamorphen und sedimentären Geröllgesellschaft keine Stütze, spiegelt diese doch in ihren aussagefähigen Gliedern weitgehend Fazieszüge höherostalpinen Decken wider, wie schon STAUB (1934b, 124) betont hat.

In diesem Zusammenhang mag schließlich noch der roten Granitkomponenten des Schlierensandstein (nicht jünger als Ypres, VONDERSCHMITT & SCHAUB 1943) gedacht werden, der stellenweise zu einem eigentlichen Granitgrus ausarten kann (eigene Aufsammlungen im Einzugsgebiet der Giswiler Aa). Einmal mehr muß man dem Scharfblick KAUFMANNs Bewunderung zollen, wenn er diesen granitischen Grobdestritus der Schlierensandsteine (nie aber die Habkernblöcke!) beharrlich mit dem Beinamen «rothe Nagelfluhgranite» kennzeichnet. Gerade zu den roten Rigi-Graniten bestehen hier nicht zu leugnende Analogien.

Es zeigt sich erneut, wie bedeutsam es sein müßte, der Frage nach den gegenseitigen Beziehungen, der Einschüttungsrichtung und der Herkunft (südhelvetische Inselschwellen oder Kristallinkerne der im Eozän bereits im Südhelvetikum einwandernden ostalpinen Decken?) dieser zwei Rotgranit-Vorkommen im Habkernflysch und Schlierensandstein näherzukommen. Wie denn von der dringend zu fordernden, umfassenden Neubearbeitung der kristallinen und sedimentären Flyschexoten im Verein mit den faziell damit verzahnten grob-orogenen Brekzien, jetzt, nachdem der Bann vom P a n - Neogenalter der alpinen Schubvorgänge wohl endgültig gebrochen ist, ganz wesentliche deckenmechanische Aussagen erwartet werden dürfen.

⁵² Sollte es sich im Falle von Baveno tatsächlich um einen spätalpinen Pluton vom Typus der periadriatischen Eruptiva handeln (was neuerdings zugunsten paläozoischen Alters angezweifelt wird), dann wäre eine Beziehung zu den Rigi-Graniten a priori ausgeschlossen, da deren Mutterkristallin, wie wir noch sehen werden, bereits oberkretazische Konglomerate mit Geröllen belieferte und somit offenbar herzynisches Alter besitzt.

⁵³ Entgegen CADISCH (1926, 35), aber in Bestätigung der Befunde von FRÜH, 1888, 66 und KAUFMANN 1872, 347.

Dazu kommt ein weiteres. Es mußte überraschen, daß gerade die Mokauskonglomerate sich als typische Begleitgerölle dem Niveau der bunten RRN beigesellen, daß also m. a. W. die zwei auffälligsten Komponenten der gesamten Riginagelfluh (oberkretazische Flyschkonglomerate und rote Granite) stratigraphisch gleiche Verbreitung besitzen, eine Eigenschaft, die man ganz allgemein als «synchron» bezeichnen könnte. Dies mochte eine Laune des Zufalls sein.

Nachdem nun aber die Mokauskonglomerate sich als Abkömmlinge der *Simmendecke* zu erkennen gaben und damit die Existenz dieser Einheit im primären Rückland der Rigischüttung als bewiesen gelten durfte (LEUPOLD u. a. 1942), erschien das besagte Zusammengehen in einem neuen Licht. Und ich stellte damals (Diplomarbeit 1943) wörtlich die Frage, «ob dieses synchrone Verhalten nicht ein Abbild primärer Verhältnisse sei, in dem Sinne, daß wir in den roten Graniten Zeugen der rückwärtigen, kristallinen Kernmassen der Simmendecke zu erblicken hätten».

Diese Arbeitshypothese, mit der wir an die weitere Untersuchung der Mokauskonglomerate herangegangen sind, hat eine schöne Bestätigung erfahren. Es finden sich, wenn auch selten (vgl. S. 108), kristallinführende Mokauskonglomerate, die nach Ausweis ihrer Komponenten einen kristallinen Untergrund von der Art der Rigi granite und Glimmerschiefer voraussetzen. Diese Konglomerate werden somit zum tragenden Pfeiler in unserer Theorie vom *Simmendeckarakter* der Kristallin-Trilogie (rote Granite, Quarzporphyre, Glimmerschiefer) der Riginagelfluh.

b) Quarzporphyre

Da nun ein Teil derselben (die rotbraunen Typen, vgl. S. 70) aufgearbeitet als Komponenten in den kristallinen Mokauskonglomeraten liegt, ist damit ihre Herkunft vom Grundgebirge der Simmendecke gleichfalls festgelegt, und wir sind Behauptungsvermutungen auf Grund bloßer Faziesübereinstimmung enthoben.

Es mag immerhin von Interesse sein, diesen durch die «stratigraphische Verzahnung» mit dem Mokaussflysch gewonnenen Herkunftsbefund jenem gegenüberzustellen, den wir nach dem bloßen Faziesvergleich zu formulieren hätten.

Die verbreitete Neigung, die Quarzporphyrgerölle des Rigi mit den Deckenporphyren von Lugano in Beziehung zu bringen (EBEL, FRÜH, SCHMIDT, ALB. HEIM) ist begreiflich, wenn auch keineswegs die Übereinstimmung herrscht, welche eine Gleichsetzung schlechthin fordern würde. So zeigt der helle Luganeser Porphyre eine stärkere Rotkomponente, und beim Prototyp der schwarzen Porphyre ist makroskopische Quarzfreiheit die Regel (Prof. F. De QUERVAIN).

Dagegen kommt die «mittlere» Fazies der dunklen Rigi porphyre nach übereinstimmendem Urteil zweier Kenner wie Prof. W. LEUPOLD und Prof. F. De QUERVAIN den Quarzporphyren der Silvrettedecke (Bellaluna b. Bergün, Sandhubel b. Davos) recht nahe.

Auch nur entfernte Anklänge an unterostalpine Vorkommen (Piz Nair, Diavolezza) oder gar an die porphyrische Stirnfazies der mittelpenninischen Surettadecke (Roffnaporphyr) sind nicht vorhanden.

Wollten wir also allein auf Grund dieser makroskopischen Vergleiche eine Herkunftsangabe der Quarzporphyre wagen, so müßten wir eher eine höherostalpine Decke in den Vordergrund rücken, wofür die Simmendecke mit aller Wahrscheinlichkeit ja anzusehen ist.

c) Gneise und Glimmerschiefer

Auch beim metamorphen Kristallin bliebe die Frage nach der Herkunft ungelöst, wenn es nicht auf dem Wege über die Mokauskonglomerate (S. 108) gleichfalls in den kristallinen Unterbau der Simmendecke verwiesen würde.

Immerhin ist erwähnenswert, daß Sammelurteile von kompetenter Seite (R. STAUB, W. LEUPOLD, F. DE QUERVAIN) übereinstimmend die Analogien mit dem Grundgebirge der höherostalpinen Decken (Campo-Silvretta) hervorheben, und zwar ohne daß die betreffenden Herren schon Kenntnis von oberwähntem Zusammenhang mit der Simmendecke besaßen.

Sicher ist, daß sich diese eintönige Gneis-Glimmerschiefergesellschaft sehr gut mit den altkristallinen Schiefererien des mittel-oberostalpinen Faziesraumes in Einklang bringen läßt.

Daß den als seltenere Sonderfazies aufgeführten Stengelgneisen in gewissen Flüelagneisen (Silvrettakristallin) zum Verwechseln ähnliche Gegenstücke zur Seite stehen, ist bereits auf S. 71 erwähnt worden⁵⁴.

J. Zusammenfassung

Artenarmut bei verhältnismäßig großem Individuenreichtum ist das Hauptkennzeichen des Kristallinbestandes der bunten RRN. Die Kristallingerölle gehören zur Hauptsache ein und demselben Grundgebirge an, das mit einem Mesozoikum vom Typus der Simmendecke in primärem stratigraphischen Verband stand und über welches lokal Oberkreideflysch direkt hinwegtransgredierte.

Der Fazies nach kann weder das Grundgebirge noch der sedimentäre Oberbau (mit der gesicherten Schichtenfolge: Hauptdolomit-Liasfleckenkalk-Radiolarit-Aptychenkalk-grobklastischer Cenomanflysch, vgl. S. 124) im unterostalpinen Raum beheimatet werden. Der Herkunftsort der Schubmasse muß südlicher liegen.

Direkte Aequivalente zu den intrusiv in die kristalline Schieferhülle eingedrungenen roten Rigigraniten sind m. E. im alpinen Hinterland heute nicht mehr vorhanden. Der kristalline Kern der Simmendecke ist schon zur Molassezeit von der Erosion völlig aufgezehrt worden, im Gegensatz zur zugehörigen mesozoischen Schichtfolge, von der sich ansehnliche Reste in die Gegenwart hinübergerettet haben. Die roten Rigigranite verdienen den Beinamen «exotisch» zu Recht, sie sind ohne direkte rezente Aequivalente^{54a}.

Als Gangfolge des roten Granitplutons haben die hellen Quarzporphyre zu gelten. Bei den dunklen Gliedern handelt es sich möglicherweise um ein Seitenstück zu jenen permischen Quarzporphyrlagern, deren Haupteinsatz über der Campodecke erfolgt (Silvrettadecke, Catena orobica, Seengebirge) und innerhalb welcher Fazieskonvergenzen an der Tagesordnung sind.

2. Junge Eruptiva: Ophiolithe

So gewöhnlich sich basische Eruptiva im Geröllbild des Tortons ausnehmen (S. 24), so selten will es gelingen ihre Spur in der chattischen Nagelfluhen der Zen-

⁵⁴ Man hat, besonders in der Ostschweiz, im Fehlen von Amphiboliten einen Widerspruch gegen Silvrettazugehörigkeit zu sehen geglaubt. Nun ist es aber kein ganz einwandfreier Schluß, wenn wir den Amphibolitreichtum der heutigen Silvrettamasse (vor allem Flüelagebiet) kurzerhand auch von jenen Bereichen der Silvrettadecke fordern, die zur Molassezeit dem Abtrag freilagen. Es gibt ja auch in der heutigen Silvrettamasse ausgedehnte Gebiete, auf die das Kennzeichen vom Amphibolitreichtum nicht entfernt zutrifft, man denke nur etwa an die stirnnahen Partien zwischen südlichem Kalkalpenrand und Pazzaun. Das mahnt beim Rückschluß vom Rezenten ins Fossile zur Vorsicht!

Dazu kommt die Tatsache (worauf besonders R. STAUB 1937a aufmerksam macht), daß sich das Grundgebirge der Silvretta-Oetzmasse gegen W primär gewaltig reduziert, sodaß die basale Abscherungsfläche schon am heutigen Westrand der Decke stellenweise bereits in der Trias liegt.

^{54a} Wie mir R. STAUB freundlicherweise zu bedenken gibt, wären für die Frage der Beheimatung der roten Rigigranite vielleicht auch die merkwürdigen roten Granite der «Simmendecken»-Reste auf dem Plateau von Les Gets heranzuziehen, und schließlich auch die von ARGAND bekanntgegebenen roten Granite des Canavese.

tral- und Ostschweiz zu fassen. Für die bunte RRN lassen sich zwei ophiolithverdächtige Zitate anführen (ESCHER-HESS 1907, 38; RENZ 1937b, 119)⁵⁵, deren Glaubwürdigkeit durch einen einwandfreien Fund von meiner Seite eine weitere Stütze erhält.

Es handelt sich um eine hochgradig verwittrte Komponente von stumpfer, dunkelvioletter Färbung, an deren Außenflächen man eine Art «brekziöse» Struktur wahrzunehmen glaubt. Schaut man näher zu, so lassen sich schwach gerundete, hellviolette Trümmer umgrenzen, zwischen denen sich eine dunklere Grundmasse durchzwängt. Die Komponenten zeigen leichten Stich ins Grünliche. In der eher spärlichen Zwischenmasse sind Anzeichen ehemaliger Bewegung in Form von fluidal gewundenen Pigmentzügen festgehalten.

Man fühlt sich ganz an die «Spilitbrekzien» aus dem Torton erinnert (S. 26 und Abb. 5) oder wenn wir uns nach den nächsten alpinen Äquivalenten umsehen, an die stark verwittrten Ophiolithblöcke der Ibergerklippen (Lauchernstock, Eisentobel).

Nun gehen bekanntlich bei Iberg diese basischen Eruptiva zusammen mit einer Sedimentserie von Radiolarit-Aptychenkalk, wie sie in der Simmendecke der Westschweiz wiederkehrt, mit der ja dieses tektonische Niveau der Iberger Klippenmasse seit STEINMANN verglichen wird.

Die Schichtfolge Radiolarit-Aptychenkalk ist aber, um es vorwegzunehmen, in der bunten RRN sehr gut dokumentiert, sogar samt dem zugehörigen Flyschanteil (Mokausakonglomerate S. 104), der in der Simmen-Deckscholle der Zentralschweiz bis heute überhaupt noch nicht nachgewiesen ist.

Wollte man also, dem Schlagwort vom penninischen Leitwert der Ophiolithe zuliebe, diese Spilitbrekzie trotzdem aus dem Penninikum beziehen (nach unseren Ausführungen auf S. 30 käme für diese Ophiolithfazies nur das Hochpenninikum in Frage), so müßte man dazu einen reichlich komplizierten Umweg einschlagen. Es mutet viel ungezwungener an, wenn wir darin einen Abkömmling der Simmendecke sehen und einen Beweis dafür, daß auch den chattischen Erosion zum Opfer gefallen Anteilen der Simmendecke Ophiolithe nicht gänzlich fremd waren.

3. Trias

A. Werfénien

Buntsandstein (vgl. dazu Vorbemerkungen S. 32)

Er ist in der Geröllgemeinschaft der bunten RRN ein recht seltener Gast, in auffälligem Gegensatz zur ostschweizerischen Nagelfluh (Speer, Kronberg, Hörnli). Mir selbst gelang bisher kein Fund. Ähnlich scheint es auch FRÜH und RENZ (1937b) ergangen zu sein. Hingegen birgt die Sammlung ESCHER-HESS ein lichtrotes, grobes, ungleichkörniges Quarzsandsteingeröll von bloß 3 cm Durchmesser (Geröll- und Schliff-Nr. 1185), das aus dem «Goldauschutt» stammt und als echter Buntsandstein angesprochen werden muß.

Schliffbild: In spärlicher Serizit-Kalzitgrundmasse liegt ein Mosaik von + — gerundetem Quarz, der weitaus die wichtigste Komponente darstellt. Die wenigen vorhandenen Feldspäte sind völlig kaolinisiert. Einige Quarzkörner mit undulöser Auslöschung und beginnender Kataklyse lassen auf leichte tektonische Beanspruchung schließen. An ein einzelnes Quarzkorn ist ein sekundärer Quarzsaum orientiert angewachsen (einheitliche Auslöschung!).

⁵⁵ Für den Fund eines Serpenteröls bei Vitznau (anlässlich einer Exkursion mit ALB. HEIM im Jahre 1913) übernimmt Prof. A. JEANNET die Gewähr, dessen frdl. Hinweis ich hier verwerten darf.

Die maximale Korngröße liegt bei über 1.5 mm. Ursache der matten Rotfärbung ist eine dünne Ferrithaut, welche die Quarzkörner einhüllt.

Nach den absolut massigen, glänzenden, gleichkörnigen, weinroten Quarzsandsteinen vom Aussehen des germanischen Buntsandstein, wie sie in der Nagelfluh zwischen Linth und Rhein ziemlich häufig vorkommen (FRÜH 1888, 34, «Vogesensandstein»), habe ich am Rigi gleichfalls vergeblich Ausschau gehalten.

B. Anis-Ladin

Aus Mangel an gutem Vergleichsmaterial wurde zum vornherein der mühselige Versuch unterlassen, vom Muschelkalk die Arlbergkalke des Ladin abzusondern. Auch wird man bei gewissen Typen der Sammelgruppe stark an die Plattenkalke des norisch-rätischen Grenzniveaus und an Rät erinnert. Schon FRÜH gibt zu, daß sein «Hochgebirgskalk» (helvetischer Malm!) von Rät und alpinem Muschelkalk nicht immer leicht zu unterscheiden sei (1888, 32).

Virgioriakalk (inkl. Arlbergkalk)

Dunkelgraue, blauschwarze, absolut dichte Kalke mit einzelnen schuppigen Ablösungen auf der splittrig-muschligen, glatten Bruchfläche. Die typischen Gerölle besitzen glatte Außenfläche und eine bezeichnende, aschgrau-weißliche, dünne Verwitterungshaut. Hin und wieder sind sie von feinen Kalzitadern durchkreuzt.

Schliffbild: In mikrokristalliner-feinkörniger Grundmasse schwimmen vereinzelte Radiolarien (?) und Schwammnadeln, beide kalzifiziert und durch Rekristallisation in ihrer organischen Struktur stark beeinträchtigt. Die Grundmasse selbst zeigt fleckiges Aussehen infolge leichter, wolkiger Pigmentkonzentrationen und stellenweise beginnende Rekristallisation. Foraminiferen sind spärlich, darunter *Frondicularia* sp. und eine nicht näher bestimmte, rotalide Form.

C. Nor

Zuckerkörniger Dolomit

Mit allen Schattierungen von Weiß über liches Grau zu unrein Gelb, Hellbraun und Dunkelgrau, ja Grauschwarz. Gelegentlich tritt Rosafärbung und -flammung auf. Charakteristisch ist der Gehalt an organischer Substanz, der sich beim Anschlag in einem ausgesprochenen «Bitumengeruch» äußert, sowie eine + — tiefe, weißlich-ashgraue, fein absandende Verwitterungsrinde. Bei kleinen und kleinsten Korngrößen macht sich vielfach eine schlechthin ideale Rundung geltend. Die Gerölle sehen dann wie gedrechselt aus und besitzen glatte, spiegelnde Oberflächen (vgl. dazu auch S. 34).

Wie der makroskopische Habitus, so ist auch das Schliffbild sehr uniform. Die grobkörnigen Dolomittrhomboeder schließen bei unregelmäßig-vieleckiger Begrenzung in lückenlosem Verband aneinander. Eine eigentliche Grundmasse fehlt. Fossilien sind auch nicht in Spuren nachweisbar.

Diesem Normaltyp stehen makroskopisch dichte, klüftige Abarten gegenüber, bei denen sich bisweilen leichter Kalkgehalt bemerkbar macht. Sie sind mit dem zuckerkörnigen Typus durch eine Reihe von Zwischengliedern verbunden und dürfen wohl als fazielle Spielart desselben betrachtet werden.

Zuckerkörniger Hauptdolomit gehört, wie so vielerorts in der Molasse, zu den Allerweltsgesteinen der Riginagelfluh, was nicht wundernimmt, wenn man die gewaltige primäre Mächtigkeit berücksichtigt, welche dieses Schichtglied in der ostalpinen Trias erreichen kann (am Lischanna 200—1000, im Ducan [Mittelbünden] bis 700, in der westlichen Allgäu-Lechtaldecke bis 1000 m, vgl. SCHILLER 1904, EUGSTER 1923, M. RICHTER 1937).

Monogene Dolomitbrekzie

Hell- bis dunkelgraue, dichte oder zuckerkörnige Dolomite, kreuz und quer durchschwärmt von kalzitischen Adern, mit eckig-splittigem Bruch, sehr klüftig. Komponenten bald grob, eckig, bald feiner Dolomitgrus, der in einem dolomitsandigen Zement liegt. Im Extremfall entstehen eigentliche *Dolomitmylonite*, die zu weißem, mehligem Grus zerrieben sind, worin nur noch einzelne, eckige Zuckerdolomite schwimmen.

Alles in allem gewinnt man den Eindruck einer typisch *tektonischen* Fazies, wie sie nahe an Ruschelzonen und Störungen aufzutreten pflegt. Doch sind in dieser Gruppe sicher auch Primärbrekzien jener Art enthalten, wie sie aus mittel- und oberostalpinem Hauptdolomit immer wieder beschrieben werden und deren atektonischer, primärstratigraphischer Ursprung in gewissen Fällen außer Zweifel steht (vgl. LEUPOLD 1934, 1002).

Polygene Dolomitbrekzie

Grobe Brekzie, die insofern als polymikt bezeichnet werden kann, als an ihrem Aufbau der Färbung und Struktur nach deutlich verschiedene Dolomitbrocken (u. a. die oben beschriebenen mit Durchmesser bis zu 6 cm) beteiligt sind. Das Bindemittel ist kalkhaltig, gelb oder gar rötlich gefärbt. Eine dichte Schar kreuz und quer laufender Klüfte durchsetzt Zement und Komponenten in gleicher Weise. Trotzdem ist das Gestein bemerkenswert zähe.

Vorkommen: verhältnismäßig selten. Einen regelrechten Schwarm solcher Gesteine entdeckte ich in einem erratischen Roßberggnagelfluhblock im Ob. Horbach (Zugerberg).

Grobe Brekzien vorerwähnter Art sind es, mit denen in weiten Gebieten des Ostalpins die Transgression des Hauptdolomites über die regressiven Raibler Schichten einsetzt, es sei nur an die Verhältnisse am Piz Lad im Unterengadin und an die Ducantrias erinnert (vgl. auch Leupold 1934, Tab. zu Exk. 87). Sie zeichnen sich vielfach aus durch *rote*, tonig-lateritischen Zement. Die Übereinstimmung dieser Hauptdolomitbasalbrekzien mit meinen Geröllen ist im Handstück eine vollkommene (frdl. Bestätigung durch Prof. R. STAUB und Prof. W. LEUPOLD).

Wo Lias über Hauptdolomit transgrediert, wird man natürlich u. U. mit einer konvergenten Fazies zu rechnen haben. Auch mit extremen Abarten des Mokusakonglomerates, ähnlich dem Riesengeröll von Vitznau (vgl. S. 8 und Taf. 6) bestehen Verwechslungsmöglichkeiten.

Da eine Unterscheidung der verschiedenen Dolomitfazies der (ober)ostalpinen Trias (Hauptdolomit des Nor. Arlberg[Wetterstein]dolomit des Ladin, Dolomite der anisichen Muschelkalk-Partnach-Schichten) im Handstück schon dem felderprobten Ostalpengeologen meist unmöglich ist, konnte in unserem Fall auf eine solche Auscheidung umso eher verzichtet werden. Die zu enge Gruppenbezeichnung «Hauptdolomit» muß in diesem Sinne ausgeweitet werden. Sie wurde deshalb gewählt, weil sicherer Hauptdolomit innerhalb der Sammelgruppe mengenmäßig bestimmt überwiegt.

Erdig-poröse oder brekziös-zellige Dolomite, die man als Rauhacken hätte bezeichnen können, fanden sich nirgends. Ihre geringe Widerstandskraft gegen Transport macht dies auch verständlich.

D. Rät

a) Kössener Schichten

a 1) Zoogene Fazies

Korallenkalke

In grauweißem, dunkelgrauem bis dunkelbraunem, dichtem Grundgestein sitzen grobspätige, *stockbildende* Korallen. An der Oberfläche wittern die intensiv rekristallisierten und in ihrer Struktur zerstörten Korallengebilde oft reliefartig aus dem



Abb. 10. Korallenkalk-Geröll. — Rätischer «Lithodendronkalk». Grauweißes (im Bruch dunkles!), dichtes Grundgestein mit höckerartig auswitterndem Korallenstock. Wahrscheinlich *Thecosmilia clathrata* EMMR. — Rigi-Roßberg Nagelfluh. Wildspitz. Chatt. Nat. Gr.

Kalkgrund hervor. Ein prächtiger, von den Atmosphärlilien präparierter Korallenkalk dieser Art zeigt Abb. 10, wobei es sich nach Verzweigungsmodus und Septenzahl um

Thecosmilia clathrata EMM.

handeln dürfte.

Durch Übergangstypen, die zwischen den Korallenästen Muscheltrümmer zeigen, ist der fazielle Zusammenhang mit den Lumachellenbrekzien gesichert.

Riffbildende Korallen sind als Fazies im ostalpinen Rät weit verbreitet (besonders in dessen höheren Schichtgliedern), wo sie vielfach unter dem Namen «Lithodendronkalke» gehen (z. B. EUGSTER 1923, 28). Eine sichere Unterscheidung gegenüber den Korallenkalken des oberen Klippenmalms kann aber nicht immer gewährleistet werden. So glaubte KAUFMANN anhand weißlicher Korallenkalke vom Rigi-Dossen «fast mit Gewißheit auf tithonisches Alter» schließen zu dürfen (1886, 585).

Lumachellen-Brekzien

Eigentliche Schalenbrekzien mit splittrig unregelmäßigem Bruch, bestehend aus Anhäufungen von mehr oder minder zerstörten Schalen. Einbettungsmittel ist ein hellgrau-blauer Kalk vom unten noch zu beschreibenden Typus der dichten Rätkalke. Wie diese sind die Lumachellen mit Vorliebe randlich braungelb verfärbt und zeigen unter der Stereolupe dunkelrote, hämatitische Farbflecken und die Schalenrümmer umringende Kalkhüllen.

Der Schillicharakter des Gesteins kommt besonders schön auf Anwitterungsflächen zum Ausdruck. Die grobspätigen, stark rekristallisierten Schalenreste erweisen sich gegenüber den Atmosphärlilien als widerstandsfähiger als der umgebende Kalk und ragen über die grauweiß anwitternde Gerölloberfläche leicht vor.

Unter dem organischen Detritus überwiegen Einzelklappen von *Bivalven* und *Brachiopoden* mit glattem oder geripptem Rand. Aber auch zweiklappige Gehäuse und Schnecken fehlen nicht. Bei einer selteneren Abart treten die größeren Hartteile zugunsten eines filzartigen Haufwerkes zarter, strichdünner Schälchen zurück.

Eine Isolierung der einzelnen Schalenexemplare auf mechanischem Wege (starkes Erhitzen und Abschrecken in kaltem Wasser) gelang nur unvollkommen. Trotzdem übernahm Prof. A. JEANNET hilfsbereit die unter solchen Umständen nicht eben dankbare Bestimmung der besterhaltenen Fossilreste, wofür ich ihm auch an dieser Stelle nochmals meine Anerkennung aussprechen möchte.

Die Durchsicht vermittelte folgendes Faunenbild:

1) Eine einzelne «Zweischaler»-Lumachelle vom Zugerberg (errat. Nagelflublock vom Roßberg) lieferte:

Ostrea picteti MORT.
Gervillia praecursor QUENST.
Gervillia inflata SCHAFH.?
Avicula contorta PORTL.
Avicula exilis STOPP.
Cardita austriaca HAUER
Cardium sp. indet.
Modiola sp. indet.
 unbestimmbare Korallenfragmente

2) Weitere Gerölle bargen:

Anomya picteti STOPP.
Modiola sp.
Cardita sp.
Nucula sp.?
Alectryonia sp.
 kleine Gastropoden
 1 Fischzähnen, wahrscheinlich ein Vertreter von
Paralepidotus STOLLEY, nähere Beschreibung s. S. 84

KAUFMANN erwähnt vom Rigidossen (1886, 585)

Terebratulula gregaria SUESS

Die Rätgerölle beinhalten somit eine Fauna von beachtlicher Vieleitigkeit, die ihrer Zusammensetzung nach unbedenklich mit der typischen Kössenerfazies parallelisiert werden darf⁵⁶.

Dünnschliff: Schalenrest liegt dicht an Schalenrest in einer mikrokristallinen, schmutziggrauen Grundmasse. Längliche Schalenrümpfer und Schnecken zeigen vielfach Einregelung, was eine leichte primäre Schichtung zur Folge hat. Alle organischen Hartteile sind in ihrer Struktur durch intensive Rekristallisation zerstört. Auch die dunkle Grundmasse hat lokal + — starke Umwandlung in hellen, grobspätigen Kalzit erlitten, wobei die Rekristallisation mit Vorliebe an organischen Trümmern ansetzt (schöne Ankrystallisationshöfe von langfasrigen Kalzitprismen).

Die kleinsten ovalen und + — isometrischen Organismenreste sind von einer bräunlichroten, ferritischen Kalkhülle mit mustergültig schalig-radialfasrigem Aufbau umrindet. Auch eigentliche Ooide mit umkristallisiertem, organischem Kern und bis zu 20 Kalkschalen fehlen nicht.

⁵⁶ Die faunistischen Faziesbereiche des alpinen Rät («schwäbisch», «karpathisch» usw.) sind nach neueren Untersuchungen nicht so sehr faunistisch-geographisch als biotopisch-biologisch zu fassen (SIEBER 1937). — Die ihrer Deutung nach problematischen Bactryllien scheinen an die Schieferfazies gebunden zu sein und wurden nicht gefunden.

An Mikroorganismen wurden beobachtet: Seeigelstachel, Echinodermen-trümmer (darunter schöne Krinoidengitter), vereinzelte Schwammnadeln, winzige Schnecken und Foraminiferen (miliolidenverdächtige Formen, *Nodosaria* sp., *Involutina*?)

a 2) Fossilarme Fazies

Dichte Rätkalke

Harte, dichte, homogene Kalke von lichtgrauer, graubrauner bis schwärzlicher Farbe und mit flachmuschlig-splittrigem, glattem Bruch. Bezeichnend ist das Auftreten styolithischer Verzahnungen, die ähnlich wie bei Aptychen- und Seewerkalk tonigen Lösungs-rückstand enthalten.

Die Angehörigen dieser Gruppe sind meist völlig frei von Makrofossilien, hin und wieder führen sie einzelne, dunkle, grobspätige Nester, die von völlig umkristallisierten, tierischen Hartteilen herrühren. Zweifellos rechtfertigten fazielle Übergänge in «Zweischaler»-Lumachellen innerhalb ein und desselben Gerölls eine Diagnose auch dieser fossilieeren Typen als Rät.

FRÜH (1888, 16) hat die Gefahr einer Verwechslung mit Virgloria- oder Arlbergkalk bereits erkannt. Trotzdem sind ihm gewisse Fehler unterlaufen. Er irrt, wenn er solche dichten Rätkalke teilweise als «Hochgebirgskalk» (helv. Malm!) anspricht (Belegstücke in der FRÜHschen Geröllsammlg. Geol. Inst. ETH).

Rätoolithe

Dunkelgraue, graubraune bis rötlichbraune, oolithische Kalke sind in der bunten RRN recht gut vertreten.

Beim Reintypus handelt es sich um feinkörnige Oolithe mit auffällig gleichmäßiger Ooidgröße (1—1.5 mm). Weniger gleichooidische und onkolithische Übergangstypen schließen die Gesellschaft an die altersgesicherten Lumachellen an.

Zwischenmittel ist wiederum dunkelgrauer, dichter Kalk, in einigen Fällen völlig umkristallisierter, glasklarer Kalzit. Auf der Anwitterungsfläche kommt die oolithische Struktur hervorragend zum Ausdruck, im Anschliff erscheinen die Ooide gelbbraun-rötlich infolge limonitisch-hämatitischer Beimengung.

Der Dünnschliff eines dieser Oolithe zeigt folgendes: Ansatzkeime für diese Ooide liefert reichlich vorhandener, feinsten Schalendetritus. Fast alle Ooide sind denn auch mit einem organischen Kern ausgestattet (Echinodermenreste, winzige Schnecken, Schalentrümmer), der meist durch Rekristallisation aufgehellte ist und durch seine Umrisse (oval oder rund) auch die Form der Gebilde bestimmt. Hämatit ist als färbendes Pigment in den einzelnen Ooidschalen konzentriert.

Bezeichnend ist die befremdende Armut an Foraminiferen und Organismen überhaupt (*Frondicularia* sp., *Involutina*?, knäuelige Milioliden).

Dank der erwähnten faziellen Verzahnungen mit Schalentrümmerbrekzien darf die Altersbestimmung als Rät auf einen guten Teil der beschriebenen Oolithe ausgedehnt werden, wenn ich auch nicht verschweigen möchte, daß die Abgrenzung gegen die Malmoolithe der Klippendecke nicht immer glatt vonstatten geht. Fossilarme Oolithfazies herrscht in der Klippendecke teilweise auch im Hettange und im Dogger. Auch solche Abkömmlinge müssen als Mitläufer in der Gruppe echter Rätoolithe vorderhand in Kauf genommen werden.

a 3) Gesamtcharakter und Beheimatung

Zu Beginn meiner Geröllstudien glaubte ich diese am Rigi und Roßberg gut ausgewiesene Rät-Gesellschaft als Leitergeröll für höherostalpine Einheiten ansprechen zu dürfen.

Nun sind ja tatsächlich solche Gesteine mit ihren Charaktergliedern: den Lumachellen, Lithodendronkalken und auch den Oolithen im Mittel- und Oberostalpin

prachtvoll vertreten⁵⁷. Aber je mehr ich das Rät der Klippendecke kennen lernte, desto mehr wurde ich in meiner Zuversicht schwankend. Und seit ich die «Kössener Schalenbrekzien» und Korallenkalke der Klewenalpgegend⁵⁸ sah, stehe ich dem Versuch einer engeren Beheimatung dieser Rätkalke auf Grund ihrer Fazies skeptisch gegenüber. Daß sie im Ostalpin heimatberechtigt sind, steht außer Zweifel, da tiefere Stockwerke (etwa das «Pseudoostalpin» der Splügener Kalkberge) aus anderweitigen Gründen ausscheiden. Ob aber der Klippen- oder der Simmendecke in dieser Abstammungsfrage das Primat zugesprochen werden muß oder ob gar beide Einheiten sich in die Gerölllieferung teilen, wird schwerlich jemals auszumachen sein.

a 4) Anhang: Fund eines Fischzähnnchens vom Typus *Paralepidotus* STOLLEY

Eine der vorerwähnten rätischen Schalentrümmerbrekzien enthielt, wie gesagt, ein Fischzähnnchen, einen kleinen Pflasterzahn von ungefähr halbkugelförmiger Gestalt bei einem größten Durchmesser von 3 mm.

Da derartige Pflasterzähne aus dem Rät nach ihrem bloßen morphologischen Aspekt auf verschiedene Ganoidengattungen bezogen werden können, wurde eine mikroskopische Untersuchung notwendig, die Prof. B. PEYER-Zürich in verdankenswerter Weise übernahm. Die Dünnschliffprüfung ergab, daß das Zähnnchen nicht die charakteristischen Strukturmerkmale von *Sargodon* PLIEN⁵⁹ zeigt, sondern lepidotusartigen Bau aufweist. Es dürfte sich um *Paralepidotus* STOLLEY⁶⁰ handeln oder doch eine Art, die diesem Formenkreis sehr nahe steht (vgl. B. PEYER 1919, A. BONI 1937). Zu einer genaueren Altersbestimmung — wir haben eine solche angesichts der eindeutigen Wirbellosenfauna des Lumachellengerölles zwar nicht nötig — vermag diese Feststellung nichts beizutragen, da Schmelzschupper von *Paralepidotus*-Charakter vom Niveau der Fische von Seefeld (unt. Hauptdolomit) bis ins Rät durchgehen.

Einen ähnlichen Fund hat seinerzeit FRÜH (1888, 27) aus einer Rätlumachelle der Gäbrisnagelfluh geborgen, wobei er aber die Entscheidung «ob Saurier- oder Fischzahn» offen läßt. Wenn er indessen aus diesem Fossilfund ein weiteres Argument für höherostalpine Herkunft der so augenfälligen Rät-Geröllgesellschaft ableitet, so ist eine solche Auffassung nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse zweifellos nicht mehr haltbar. Wohl sind Fischzähne aus südalpinem und kalkalpinem Rät seit altersher bekannt (GÜMBEL 1861, 398). Wir haben mit ihnen aber auch im Mittelostalpin zu rechnen, wie der oberwähnte Skelettrest von *Paralepidotus* aus dem Quaternärrät beweist. Es kommen dazu die Fischzähne aus dem präalpinen Rät (ANDRE LOMBARD 1940, 69, 71), und schließlich hat sogar die hochpenninische Rätserie der Splügener Kalkberge Fischwirbel geliefert (frdl. Hinweis meines Studienkameraden J. NEHER), womit der von FRÜH in Erwägung gezogene oberostalpine Leitwert derartiger Vertebratenfunde illusorisch wird.

⁵⁷ Für einen Gesamtüberblick ziehe man etwa die ausführlichen vergleichenden Fazies-tabellen von EUGSTER 1923, Tab. 1 und LEUPOLD 1934 heran, die von der Basis der Aeladecke bis ins Südalpin reichen.

⁵⁸ Nicht umsonst sieht KAUFMANN enge Parallelen zwischen einem Nagelfluhgeröll mit *Terebratula gregaria* SUESS vom Rigi-Dossen und dem Rät des Buochserhorns (1886, 585).

⁵⁹ der bekanntlich als Leitgattung für Rät gelten kann.

⁶⁰ Die Existenz dieses Genus im alpinen Rätgebiet ist durch BONI (1937, lombardische Alpen) und B. PEYER (1937, Skelettfragmente aus der Val Sassa im Unterengadin) bereits hinreichend gesichert.

Ich stelle mit Vorbehalt hieher:

Weiß, lichtgraue, hellgelbe bis bräunliche, stark rekristallisierte, spätige Kalke, oft koralligen, mit rauhem, splittrigem Bruch und onkolithisch-oolithischen Partien, die der Rekristallisation entgangen sind.

Im Anschliff waren Echinodermenreste, stark umkristallisierte Schalenreste (darunter *Cardium* sp.) und unbestimmbare Foraminiferen nachweisbar. — Ziemlich selten.

Die Ähnlichkeit mit den Oberrätkalken (z. B. Lechtaldecke, GUBLER 1927, 50) ist bereits von FRÜH (1888, 26) und ESCHER-HESS (1903, 1907) unterstrichen worden. Leider stand mir kein Vergleichsmaterial aus dem Anstehenden zur Verfügung, sodaß ich mir nur auf Grund der Literatur ein Bild machen konnte. Sicher ist, und darin gebe ich ESCHER-HESS vollkommen Recht, eine saubere Abtrennung vom koralligen, hellen Tithon der Klippendecke (Typus Simmenfluh) nur bei eingehender Kenntnis der Foraminiferenfauna und der lithologischen Fazies möglich⁶¹. Ähnliche Vorsicht läßt THOMAS (1926, 450) für «helle, weiße-graugelbe, oolithische Kalke» aus der subalpinen Nagelfluh des Allgäus walten, die nach ihm «sowohl zum Wetterstein, zum Oberrät als auch zum Hierlatz» gehören können.

4. Jura

A. Lias-Dogger

Nur in wenigen Fällen ist es gelungen, das jurassische Alter von Geröllern schon rein auf Grund ihres Fossilinhaltes (Ammoniten, Calpionellen usw.) sicherzustellen. Meistens mußten petrographische Kriterien in weitem Umfang zur ungefähren stratigraphischen Einstufung mitherangezogen werden.

Auch aus diesem Grund erscheint es uns zweckmäßig, Lias und Dogger als zeitliche Einheit zu behandeln und eine weitere Aufgliederung der hierher fallenden Geröllgruppe nach faziellen Gesichtspunkten vorzunehmen, ähnlich wie es M. RICHTER (z. B. 1931, 42) und seine Schule für den Jura der Nördlichen Kalkalpen eingeführt hat.

a) Lias-Dogger in Kieselfazies (ohne Radiolarit)

Dunkle Kieselkalke. Dunkelgraublaue-schwärzliche, feinspätige oder dichte Kalke, infolge Verkieselung mit HCl nur schwach aufbrausend, im Bruch ausgesprochen splittrig. Anwitterungsfarbe hellgrau. Über «Hornsteinkalke» mit unregelmäßig gestalteten, faustgroßen Kieselkonkretionen besteht ein fließender Übergang zu **Kieselschurkalken**, die durch ihre regelmäßige Wechsellagerung von Kieselkalk und grauschwarzen-graugrünen Hornsteinbändern ungemein an die lombardischen Liaskieselkalke (Mte. Generoso!) erinnern. Die hornsteinreichen Kalke sind infolge ihrer Sprödhheit vielfach stark zerbrochen und in regelrechte tektonische Brekzien umgewandelt.

Wie der **Dünnschliff** verrät, stammt der **Kieselgehalt** von **Schwammnadeln**, die bald noch in ursprünglicher Kieselerhaltung (Chalcedon) vorliegen, bald aber in Kalzit umgewandelt sind, wobei die freigewordene Kieselsäure nachträglich als Kiesel-

⁶¹ In den im Schrifttum erwähnten Kalken dieser Art (gewöhnlich als «Ob. Dachsteinkalk» bezeichnet) ist Verwechslung mit Klippenmalm tatsächlich vorgekommen (so Grumeloux-Malm mit «*Coscinoconus*» und wenig Frondicularien, Schl. EH 828). Mißdeutung als Schrattenkalke sind ESCHER-HESS und FRÜH unterlaufen.

knauer ausgefällt wurde. Weitaus vorherrschend sind monaxone Nadeltypen (bis 2½ cm lang), die hin und wieder noch den gut erhaltenen Achsenkanal erkennen lassen. Vielfach kommen sie in solchen Massen vor, daß ein regelrechter Schwammnadelfilz entsteht. Es gibt alle Übergänge von grobem bis zu sehr feinem Spongit.

Wenn man von den Schwammnadeln absieht, ist das Gestein recht fossilarm. Schalen-trümmer, Echinodermenreste, Radiolarien und schlecht erhaltene Foraminiferen (u. a. *Nodosaria* sp.) bringen gelegentlich etwas Abwechslung ins eintönige Faunenbild.

Das Gestein hat mit dem dunklen lombardischen Kieselkalk so viele Merkmale gemein, daß es wohl verständlich ist, wenn ALB. HEIM in diesen Hornsteinkalken und Lyditen — so nennt er die schwarzen Hornsteine — geradezu einen Beweis für südalpine Herkunft gewisser Gerölle der RRN sieht und diesen Gedanken in der Folge auch auf andere Gesteine überträgt (1906, 1919, 836). Auch bei vorsichtigem Gebrauch von Analogien wird man die auffälligen Anklänge an den südlichen Kieselias vom Typus Mte. Generoso bestätigen müssen. Doch liegt auch der Vergleich mit dem Kieselias der Nördlichen Kalkalpen auf der Hand⁶². Lias in «Kieselchnur»-Ausbildung ist ferner aus der Aeladecke bekannt und vom Murtiröl bei Scans (ZOEPPRITZ 1906, RÖSLI 1944). Auch in den Préalpes médianes kehren Kieselkalke im Lias wieder. Und schließlich setzt bekanntlich die Schichtenfolge der westschweizerischen Simmendecke mit kieseligem Aalen ein (SCHWARTZ 1945).

Alles in allem aber scheinen mir die Faziesbeziehungen zu den höherostalpinen Einheiten doch engere zu sein, eine Ansicht, die auch Prof. JEANNET beim Vergleich typischer Liasgerölle der RRN mit den Kieselkalken der Klippendecke aussprach.

Konvergenzen. Von den dunkelgrauen Hornsteinen des Oberjura-Neokoms (Aptychenkalk) lassen sich die Liashornsteine wenn nicht schon lithologisch, so doch faunistisch auseinanderhalten. In der Regel bestehen die Liashornsteine fast nur aus Schwammnadeln und wenigen Radiolarien, bei den Aptychenkalkhornsteinen ist gerade das Gegenteil der Fall. Dasselbe Merkmal gilt im Zweifelsfalle für die Unterscheidung von Hornsteinkalken aus den erwähnten Schichtgliedern. Nahe an Kieselias heran kommen in ihrem makroskopischen Aussehen die blauen Flyschkieselkalke der Oberkreide, welche allerdings verhältnismäßig selten in frischem Zustand aufgefunden werden. Gültige Kennmale gegenüber Lias scheinen Glaukonitgehalt und klastischer Quarz zu sein. Im übrigen sollten die Konvergenzerscheinungen zwischen Kieselkalken und Hornsteinen des Lias und der Flyschoberkreide noch näher überprüft werden.

b) Lias-Dogger in Kalkfazies («Adneth», «Hierlatz», «bunter Lias»)

Grobe Liasbrekzien. Wo Lias unter Ausfall des ganzen Rät diskordant auf den liegenden Hauptdolomit hinabgreift — und das ist im ostalpinen Raum vielfach der Fall, ich erinnere nur an die Verhältnisse in der Aeladecke und am Piz Lischanna — da entstehen grobe, bunte Transgressionsbrekzien, vielfach verkittet mit terrarossaartigem Bindemittel.

Auf diese fazieskonvergente Entwicklung des transgredierenden Lias zum transgredierenden Hauptdolomit ist bereits S. 80 aufmerksam gemacht. Ein Teil der dort aufgeführten Gerölle (in erster Linie vielleicht jene mit stark kalkigem Bindemittel) wären also möglicherweise hier einzuordnen.

Schließlich ist eine ähnliche Faziesabwandlung auch noch im ostalpinen Cenoman zu erwarten, nämlich dort, wo der vorcenomane Abtrag bis auf den Hauptdolomit hinabreicht.

⁶² Vgl. M. RICHTER 1931, 1937.

Nachliasischen Alters verdächtig sind besonders jene Hauptdolomitbrekzien, die vereinzelt noch (bräunliche, rote) Hornsteinkomponenten führen. So hat bereits R. STAUB gewisse «Liasbrekzien» der Kronbergzone in ihrer Altersstellung angezweifelt (HABICHT 1945, 68). Sichere oberkretazische Flyschbrekzien vom Typus Val Saluver (Oberengadin) sind auch in der FRÜHschen Vergleichssammlung irrtümlich in den Lias hinabgeraten.

Rote Krinoidenbrekzie. Voll von weißen, sternförmigen Stielgliedern von *Pentacrinus*. Grundmasse grob-feinspätig, rötlichbraun, relativ spärlich. Bei einer Spielart dieses Typus wird die Grundmasse stark sandig und schließt neben einzelnen grobklastischen Quarzen nur mehr wenige (zu Dreien oder Vieren zusammenhängende) Stieltrümmer der gleichen *Pentacrinus*-Art ein.

Diese bezeichnende Geröllart — sie ist mir in analoger Ausbildung aus der ostschweizerischen Nagelfluh nicht bekannt geworden — dürfen wir auch den Beschreibungen von FRÜH (1888, 60 ff., Sattel, Roßberg) und KAUFMANN (1872, 344, Schwanden ob Vitznau, Fund von ARN. ESCHER) zugrunde legen. Mir selbst ist sie bei Schornen (nördlich Sattel) und Rigistaffel begegnet. Ihre Abkunft kann mit ziemlicher Sicherheit festgelegt werden (vgl. S. 88).

Helle Spatkalke. Grob- bis feinkristalline, gelblichgraue, lichtweiße oder rosa Kalke, voll Krinoidenreste, ununterscheidbar von den Lias- (und Dogger) Spatkalken, wie sie im Ostalpin von der Steinsberger Fazies des Unterengadins bis hinauf zur Hierlatzfazies der Nördlichen Kalkalpen vorkommen.

Bunte, dichte Kalke. Gelblichweiße bis grauweiße Kalke mit unregelmäßig-splittrigem Bruch und rottonigen Infiltrationen längs den haarfeinen Klüften. Durch bunte, rotweiß geflammte Zwischenglieder sind sie mit einheitlich rosa gefärbten Typen verbunden.

Im **Anschliff** entdeckt man hin und wieder «Zweischaler» (Brachiopoden?) und Foraminiferen (*Nodosaria* sp., *Cristellaria* sp.), sofern nicht Marmorisierung eine nähere Bestimmung der organischen Reste verunmöglicht.

Wieder ist der ostalpine Lias reich an Analogien, es sei nur an die roten und rotgeflamnten Liaskalke am Piz Alv (Berninadecke, Vergleiche nach eigenen Aufsammlungen) und an den Lias von Ardez und Hierlatz erinnert.

«**Adnetherkalk**». Dichte Kalkgerölle, deren Farbe von Grauviolett über Lichtrot, Fleischrot bis zu Dunkelrotviolett geht. Sie besitzen flachmuschligen, schuppigen Bruch und nehmen bei typischer Ausbildung ein fast knollig-flasriges Aussehen an. Dazu stellen sich Drucksuturen ein, die entsprechend der Grundfarbe getönt sind. Der rötlichvioletten Eigenfarbe steht aschgraue Anwitterung gegenüber. Makrofossilien fand ich keine⁶³.

Im **Schliff** lassen sich zahlreiche (meist kalzitisierte) Spongiennadeln, vereinzelt Echinodermentrümmer und selten helle Durchschnitte von Radiolarien nachweisen. Foraminiferen sind durch Arten der Genera *Nodosaria* und *Dentalia* vertreten. Die Grundmasse ist leicht eisenschüssig, von krümeligem Typus und in fortgeschrittenem Stadium der Rekristallisation begriffen.

Diese Gesteinsart findet sich in der bunten RRN nicht selten. Bereits KAUFMANN (1872, 344) weiß von rotem, homogenem Kalkstein an Rigi und Napf zu berichten, den er dem sog. «roten Alpenkalk (Lias)» vergleichen möchte. FRÜH (1888, 62) und ESCHER-HESS (1907, 39) haben beim Anblick dieser Gerölle gleichfalls an Adnetherkalk gedacht.

Wahrscheinlich liegen Adnetherkalke auch aufgearbeitet in den Flyschkonglomeraten vom Typus Mokausa vor.

⁶³ Hingegen hat LUDWIG in der gleichen Geröllfazies einen Belemniten entdeckt (Somersberg-nagelfluh, Sammlg. LUDWIG, Geol. Inst. ETH).

Gesteine, die als gute Gegenstücke in Frage kämen, konnte ich aus tieferostalpinen Einheiten nicht ausfindig machen. Besonders vielseitige und bis in Einzelheiten gehende Analogien weisen die roten Liaskalke der Scesaplana auf (Vergleiche mit Handstücken vom Schattenlagant). Faziell recht ähnlich ist auch der südalpine Ammonitico rosso entwickelt.

Für einige der hier eingereihten Typen könnte mit gleichem Recht die Einordnung in vorstehende Gruppe gefordert werden. Die Grenze zwischen dem, was wir hier «Hierlatz»- und «Adnetherkalk» nennen, ist nicht scharf. Bei Massenvorkommen von Radiolarien wurden ähnliche Gesteine zum Radiolarit (ob. Dogger- unt. Malm) geschlagen. Ihm sind auch zum weitaus größeren Teil die «blutroten Hornsteine» früherer Autoren (z. B. FRÜH 1888, 23) einzuverleiben, welche lange Zeit durchwegs als Lias galten.

Die Herkunft der «bunten» Liasgerölle. Für die Beheimatung dieser Liasgesteine, der roten Adnetherkalke, der rotweiß geflammten Spatkalke und reinen Krinoidenbrekzien stehen uns recht viele Möglichkeiten offen. Ähnliche Fazies findet sich, wenigstens was die Spatkalke und Echinodermenbrekzien angeht, schon in der Err-Berninadecke (Steinsberg b. Ardez, Piz Alv am Berninapass) und in den Préalpes médianes der Westschweiz (Arvel, Grammont, Tinière). Gemeinsam mit den Adnetherkalken werden sie sodann aus den ganzen Nördlichen Kalkalpen beschrieben und schließlich in durchaus analoger Ausbildung aus dem Lias der Südalpen (Marmo d'Arzo, Ammonitico rosso).

Einen Fall für sich bilden die auf S. 87 genannten, für den Rigi kennzeichnenden roten Krinoidenbrekzien. Zwar ließe sich auch hier an Abkömmlinge der Steinsberger Spatkalkfazies oder der Brèche d'Arvel denken, wobei vor allem zu letzterer recht gute Anklänge bestehen. Völlig identische Gegenstücke finden sich aber in allernächster Nähe als exotische Blöcke in der «Wildflysch»-Unterlage der Iberger Klippen (Gschwendtobel b. Iberg, Roggenegg, Tannstafel und Schlierenbach im Hinterwäggital, vgl. u. a. QUEREAU 1893, 63). Sie treten hier in der bezeichnenden Gesellschaft von Triasdolomit, Rätlumachellen, Fleckenkalk und Argovien grumeleux⁶⁴ auf. Durch Makrofossilien ist das Lias-Dogger-Alter der Echinodermenbrekzien sichergestellt. Das Vorkommen «hellroter, quarzsandiger» Echinodermenbrekzien im Flysch nördlich der Fluhbrigstirn hat OCHSNER (1921, 102) bestätigt. Handstücke aus dessen Belegsammlung (Geol. Inst. ETH) sind voller Beziehungen zu den roten Krinoidenbrekzien der RRN.

Die Stellung dieser «exotischen Blöcke» im Flysch der Klippenunterlage ist insofern von Interesse, als neben heute noch in den zentralschweizerischen Klippen vorhandenen Gesteinen auch Schichtglieder vertreten sind, die dort heute fehlen, so die in Rede stehende Echinodermenbrekie und das Argovien grumuleux, worauf auch von anderer Seite und in anderem Zusammenhang kürzlich hingewiesen wurde (RÖSLI 1946, 94).

Es ist für unsere Schweise die alte Streitfrage ziemlich belanglos, ob es sich dabei um vom Hangenden tektonisch eingewalzte Schubsplitter handelt oder um den sedimentären Stirnschutt der vorwandernden Klippendecke (KRAUS 1932a, 61), obwohl gerade letztere Deutungsweise in Anbetracht der immer offenkundiger zu Tage tretenden, großen kretazischen Schubvorgänge etwas Bestechendes an sich hat⁶⁵. Wesentlich ist, daß die primäre Heimat dieser roten Echinodermenbrekzien irgendwo in der Klippendecke (oder gar noch höheren Einheiten, z. B. der Simmendecke!) zu suchen ist.

⁶⁴ Letzteres Schichtglied nach unveröffentlichten Beobachtungen von Prof. A. JEANNET.

⁶⁵ Zweifellos müßte eine moderne Spezialbearbeitung der exotischen Flyschblöcke, die der Molassegeologie im Hinblick auf die Nagelfluhkunde dringend wünschen muß, auch alpinogeologisch recht wesentliche Erkenntnisse vermitteln (vgl. u. a. das Problem der Habkerngranite, zu dem wir S. 74, Fußnote 51, kurz Stellung genommen haben).

Umlagerung aus «exotischen Blöcken» des Wildflysches — ein Vorgang, den wir im Falle der roten Rigidgranite ablehnen mußten — ist bei den roten Echinodermenbrekzien aber nicht ausgeschlossen. Wir besitzen ja einwandfreie Beweise dafür, daß die Wildflyschdecke zur Zeit des Chatts schon am damaligen Alpenrand angelangt und fühlbarem Abtrag ausgesetzt war. Andererseits steht natürlich direkter Verfrachtung aus der Klippendecke nichts im Wege. Es ist das eine wie das andere sehr wohl denkbar.

c) *Lias-Dogger in Mergelfazies* (Fleckenmergelkalk)

(Taf. 3, 7)

c 1) *Lithologie und Mikrofauna*

In ihnen begegnet uns eine weitere, überaus typische Komponente der RRN. Nicht daß Fleckenmergelkalke anderen (beispielsweise ostschweizerischen!) Nagelfluhbezirken etwa fremd wären. Was die Fleckenkalkgerölle des Rigi aber über jene Vorkommen hinaushebt ist der Umstand, daß sie nicht selten gut erhaltene *Makrofossilien* (vor allem *Ammoniten*, seltener *Belemniten*) führen, die eine einwandfreie Altersbestimmung zulassen.

Im einzelnen handelt es sich um eine in ihrem petrographischen Charakter ziemlich schwankende Gesellschaft. Als *Haupttypus* ist ein dichter, mergeliger Kalk mit flachmuschligem, glattem Bruch und fein abstaubender, grauweißer Verwitterungsoberfläche anzusehen. Auf frischer Bruchfläche zeigt er gelblichgraue Grundfarbe mit einem Stich ins Grünliche und eigentümliche, dunkle, verschwommene oder scharf abgesetzte Flecken und Schlieren.

Die Übereinstimmung mit Vergleichs-Handstücken aus dem Oberostalpin (*Scesaplana-Lias*!) ist eine vollkommene.

Nicht immer aber sind die erwähnten Merkmale so klar entwickelt. Die Fleckung kann zurücktreten oder völlig fehlen, der Farbton von dunklem Grau über Hellgrau-Weiß in Lichtbraun und Honiggelb spielen. Daraus ergeben sich Abarten, die man nach dem bloßen, äußeren Habitus kaum dem Fleckenlias zuteilen würde, wenn nicht jeder Zweifel vor dem altersbeweisenden Zeugnis aufgefundener *Ammoniten* verstummen müßte. Schließlich kommen auch leicht schiefrige, chondritenführende Varietäten vor.

Die *Mikrofauna* wird zum weitaus größten Teil von *Spongiennadeln* bestritten, denen sich vor allem *Radiolarien* beigesellen. Doch stellen sich letztere selten so zahlreich ein, daß sie die Schwammnadeln in Minderheit versetzen. Foraminiferen wie *Fronicularia* sp., *Cornuspira* sp. usw. kamen mir nur ganz vereinzelt zu Gesicht.

In Anbetracht des Umstandes, daß makroskopisches Aussehen und Dünnschliffbild einer großen Anzahl Fleckenkalkgerölle in den letzten Vertikalkolonnen von Taf. 3 einander gegenübergestellt sind, kann hier auf Einzelbeschreibungen verzichtet werden.

c 2) *Alter nach Ausweis der Ammonitenfauna*

Die Bestimmung der z. T. prachtvoll erhaltenen *Ammoniten* (vgl. Taf. 7) — es handelt sich fast ausnahmslos um Steinkerne — hat ein recht erfreuliches Ergebnis zeitigt. Es ist auf Taf. 3 in übersichtlicher Form zusammengestellt worden. Von der in Hinsicht auf die besonderen Verhältnisse ganz ansehnlichen Zahl von 16 *Ammoniten* fallen alle zeitlich in den *Lias*, und zwar ist dieser in den Fleckenkalken so ziemlich seinem ganzen Umfang nach, vom *Hettange-Sinemur* bis hinauf ins *Aalen*, enthalten. Ein sicherer Hinweis, daß auch *Dogger* an der

Zusammensetzung der Fleckenkalkgruppe beteiligt ist, steht bis zur Stunde aus. Das ist eine für die Herleitung der ganzen Gesellschaft unter Umständen wertvolle Feststellung.

Natürlich ist die Ammonitenfauna mit ihren wenigen, spezifisch gesicherten Arten zu klein, um aus ihrer Zusammensetzung weittragende Schlüsse über ihre provinzielle Zugehörigkeit zu ziehen. Die Vertikalkolonnen über Taxonomie, paläogeographische Verbreitung und Hauptfundstellen der betr. Spezies auf Taf. 3 haben denn auch mehr informatischen Charakter und sind angesichts der Ungleichwertigkeit der verschiedenen Quellen und der Revisionsbedürftigkeit der älteren Bestimmungen in mehr denn einer Hinsicht unvollkommen. Immerhin fällt auf, daß Formen mit ausgesprochen kalkalpinem, ja lombardischem «Einschlag» auftreten, was dem Gesamtbild der Ammonitengesellschaft ein rein mediterranes Gepräge verleiht, ein Teilergebnis, das allerdings angesichts der (ost)alpinen Heimat der Gerölle von vornherein erwartet werden durfte. Inwieweit aber innerhalb des ostalpinen Faziesraumes die Abhängigkeit vom E (Nördliche Kalkalpen!) größer ist als vom W (Präalpen) — eine Fragestellung, deren eindeutige Beantwortung in diesem geröllkundlichen Zusammenhang besonders wertvoll wäre —, müßte selbst anhand einer weniger kümmerlichen Fauna recht schwierig zu entscheiden sein⁶⁶.

c 3) Heimatgebiet

Lias, der durchgehend in Fleckenmergelkalk-Fazies entwickelt ist, stellt sich im Ostalpenprofil erst über dem tiefgrisoniden Raum ein mit dem mächtigen Lias der Ortler Zone und der Aeladecke (STAUB 1934a, 1937a)⁶⁷. Am Piz d'Esen ist noch das normale Hangende des Ortlerlias in Form von Radiolarit, Aptychenkalk und Couches rouges erhalten. So typische, hellbraune Fleckenkalke, wie sie in der RRN an der Tagesordnung sind, scheinen aber dem Kiesellias der Albula- und der Trupchum-Fraelemulde doch fremd zu sein. Zumindest ist die Analogie mit den dortigen (bedeutend dunkler getönten) Fleckenkalken nach übereinstimmendem Urteil von Spezialkennern jener Fazies (Prof. STAUB-Zürich, Dr. R. RÖSLI-Luzern) nicht sehr überzeugend.

Ganz anders wird das, wenn wir vom Mittelostalpin ins Oberostalpin (Nördliche Kalkalpen!) aufsteigen. Hier herrscht eine Fleckenmergel-Fazies mit allen jenen Merkmalen der Färbung, der Makro- und Mikrofauna, die wir zur Charakterisierung der Rigi-Gerölle angeführt haben, es sei nur etwa an die ammonitenreiche Fleckenkalkserie der Scesaplana (Lechtaldecke, SEIDLITZ 1906, ARNI 1926, AMPFERER 1932) und westlichen Allgäudecke (GUBLER 1927) erinnert. Überall in diesen Gebieten liegt das Schwergewicht der Fleckenmergelfazies im Lias und bahnt sich gegen oben ein allmählicher Übergang in Radiolarit-Aptychenkalk an. Es verwundert denn nicht, daß die gefleckten Mergelkalkgerölle der Nagelfluh von altersher eng an den oberostalpinen Lias des Rätikons und des Vorarlbergs angeschlossen wurden (ESCHER VON DER LINTH 1853, 1854; FRÜH 1888, ESCHER-HESS 1903, 1907).

Die Übereinstimmung ist, wie ich mich anhand der umfangreichen Aufsammlungen FRÜHs aus dem Branderthal (nördlich der Scesaplana) überzeugen konnte, in der Tat eine frappante. Diese Feststellung gilt nicht nur für das Handstück, sondern in vollem Umfang auch für das Schliffbild. Zum Überfluß sei hier noch das Urteil

⁶⁶ Es fehlt für die Präalpen vor allem eine moderne Bearbeitung der liasischen Ammonitenfunde, wie sie SCHRÖDER (1925) für die Fleckenmergel der Nördlichen Kalkalpen gegeben hat. Man ist auf die veraltete Arbeit von HUG (1898—99) und auf ergänzende Faunenhinweise von A. JEANNET 1922 und E. PETERHANS 1926 angewiesen.

⁶⁷ Betr. Ammonitenfunde vgl. ZOEPRITZ 1906 und SPITZ & DYRENFURTH 1915.

von Prof. M. RICHTER-Berlin, dem hervorragenden Kalkalpenkenner, angeführt, der einen von mir übersandten Fleckenkalk der RRN wie folgt kommentiert: «Typischer Liasfleckenkalk der Allgäu- oder Lechtaldecke» und dazu bemerkt, daß gerade Ammoniten in den Fleckenkalchen der Nördlichen Kalkalpen relativ häufig auftreten. Damit zeichnet sich einmal mehr eine enge fazielle Beziehung zum oberostalpinen Raum und im besonderen zu den Kalkalpen ab, umsomehr als — wie wir noch sehen werden — auch der restlichen jungmesozoischen Schichtfolge der Kalkalpen (Radiolarit, Aptychenkalk, Cenomankonglomerate und -brekzien) einwandfreie Gegenstücke aus der RRN zur Seite gestellt werden können.

Nun darf man darob allerdings nicht vergessen, daß ähnlich starke fazielle Bindungen zwischen bunter RRN und Simmendecke der Westschweiz bestehen, die mit kümmerlichen Deckschollen noch bis ins unmittelbare Rückland des Rigi-fächers hereinragt. Auch diese Decke hat offenbar eine höherostalpine Stellung innerhalb des alpinen Deckengebäudes inne, auch für sie ist die Schichtenreihe: Radiolarit-Aptychenkalk-Cenomansflysch (Mokausakonglomerate!) gesichert (vgl. Tab. 4, S. 112). Leider aber hat bei der Simmendecke — im Gegensatz zu den Nördlichen Kalkalpen — die Abscherung fast durchweg im Niveau des Radiolarits stattgefunden, sodaß wir über die Beschaffenheit der Liegendserien nicht unterrichtet sind. Nur an einer Stelle ist das unmittelbare Liegende des Radiolarits von der Abscherung miterfaßt worden. Es ist die von JEANNET & RABOWSKI aufgedundene und durch Ammoniten als Aalen datierte, fleckige Kieselkalkserie von la Gueyras (Freiburgeralpen, SCHWARTZ 1945, S. 146, Fig. 10). Ein guter Teil, wenn nicht gar der ganze Dogger scheint dort bereits in Radiolaritfazies entwickelt zu sein.

Wie sah nun wohl der unbekannte Untergrund des Aalen aus? Ist es zu gewagt, wenn wir in diesen gefleckten Kieselkalchen eine Art Übergangsfazies sehen, die zwischen Radiolariten und eigentlichen Fleckenmergelkalchen des tieferen Lias vermittelte? Es ließe sich dann auch recht wohl verstehen, daß sich die Simmendecke durchweg über diesem, an mergelig-kalkiger Wechsellagerung reichen Niveau von ihrem stratigraphischen Untergrund losgelöst hat. Nicht zu vergessen, daß die oberkretazischen «Mokausa»-Gerölle der RRN neben Radiolarit, Aptychenkalk und Hauptdolomit auch eigentliche Fleckenkalke mit sich führen, die man ebenso gut aus dem Lias wie aus dem Neokom beziehen könnte (vgl. S. 106).

Einem gewichtigen Einwand sei hier abschließend noch Raum gegeben. Man könnte nämlich mit einem Hinweis auf den Zoophycus-Dogger der westschweizerischen Préalpes médianes in den Fleckenkalkgesteinen der RRN Abkömmlinge der Klippendecke sehen, umso mehr als ja zumindest Klippennalm in zahlreichen Geröllen den Weg in den Rigi-Schuttfächer gefunden hat. Tatsächlich beherbergt der Zoophycus-Dogger eine regelrechte Fleckenmergelkalk-Fazies⁶⁸, die ebenfalls als verhältnismäßig ammonitenreich gilt und in weiteren wesentlichen Zügen mit der gleichen Fazies der Nördlichen Kalkalpen übereinstimmt. Besonders die älteren Molasseautoren haben auf diese weitgehende Konvergenz aufmerksam gemacht (FRÜH 1888, 19). Während aber in den Präalpen die Hauptentwicklung der typischen Fleckenmergelkalk-Fazies im Bajoce-Bathon liegt, fällt der Schwerpunkt meiner durch Ammoniten altersfixierten Gerölle deutlich in den mittleren Lias (ohne einen einzigen Nachzügler im Dogger zu besitzen!), der

⁶⁸ Stockhorn, Ganterist, Hochmatt, Vanil Noir, Dent de Lys, von welcher letzterer Lokalität mir eigene Vergleichs-Aufsammlungen vorliegen.

bezeichnenderweise in den Präalpen viel weniger stark an «Allgäufazies» anklingt. Das spricht doch mehr für stratigraphische Verhältnisse, wie sie in der westlichen Allgäu-Lechtaldecke herrschen und, wie erwähnt, mit guten Gründen auch für die Simmendecke vorauszusetzen sind.

c 4) Zusammenfassung

Faßt man die gewonnen Gesichtspunkte zu einem einheitlichen Bild zusammen, so ergibt sich etwa folgendes:

Die bunte RRN führt reichlich Fleckenmergelkalk-Gerölle, die schon rein lithologisch (sowohl im Handstück als unter dem Mikroskop) sehr starke Anklänge an die Fleckenmergel-Fazies des oberostalpinen Raumes (besonders der Nördlichen Kalkalpen!) aufweisen. Von einer ganzen Anzahl solcher Fleckenkalkgerölle liegen Makrofossilien (Ammoniten) vor. Ihre Altersaussage lautet ausnahmslos auf Lias. Damit ist die ganze Gruppe als ganzes vom Verdacht der Flysch- oder Neokomzugehörigkeit befreit, der durch rein lithologische oder mikropaläontologische Argumente nicht oder doch nicht ganz einwandfrei entkräftet würde⁶⁹. Als Heimatstreifen der Fleckenkalk-Gerölle steht die Simmendecke im Vordergrund, deren ältere Schichtenreihe wir etwa nach dem Muster der Allgäu-Lechtaldecke ergänzen möchten. Präalpine Abkunft ist mit dem Liasalter der Fleckenkalk-Fazies weniger verträglich.

B. Oberjura

a) Radiolarit (Callov? — Obermalm)

a 1) Geröllbeschreibung

Hierher ist eine recht mannigfaltige Gesellschaft von rein kieseligen oder kieselig-kalkigen Gesteinen zu zählen, die dank ihrer Härte einen konstanten Bestandteil der bunten RRN bilden. Hauptfarbtöne sind rot, grün und braun, doch existieren alle erdenklichen Zwischentöne und Farbnüancen. All diesen Geröllen ist gemeinsam: das Fehlen einer eigentlichen Verwitterungsrinde, völlig dichte Struktur und gänzliche oder doch weitgehende Karbonatfreiheit. Die hohe Härte bedingt verhältnismäßig niedrige Rundungsgrade (nur ecken-kantengerundet, viele einspringende Winkel!). Dagegen erweist sich das Gestein als sehr spröde und damit gegen tektonische Beanspruchung recht empfindlich. Viele Gerölle sind denn auch von einem ganzen System sekundärer, weißer Kalzitadern durchschwärmt und zerspringen beim Anschlag leicht in parallelepipedische Stücke. Der Bruch erfolgt flachmuschlig-splittrig.

Seinen hohen Kieselgehalt verdankt das Gestein dem massenhaften Vorkommen von Radiolarien. Nicht selten treten sie in solchen Mengen auf, daß Gehäuse dicht gedrängt an Gehäuse liegt und kaum einen Zwischenraum freiläßt. Der Erhaltungszustand ist recht verschieden, manchmal sind die Radiolarienskelette mit allen Einzelheiten (selbst Stacheln!) überliefert, häufiger aber ist die organische Struktur der Kieselpanzer durch Umkristallisation der ursprünglichen Opalsubstanz in Chaledon völlig zerstört. Neben den zahlreicheren Kugeltypen (Spumellaria) behaupten sich auch die selteneren Helmformen (Nassellaria).

Es lassen sich folgende Haupttypen auseinanderhalten:

⁶⁹ Für die sich faziell überschneidenden Endglieder und Außenseiter der drei Faziesgruppen ist die Verwechslungsgefahr übrigens nicht endgültig zu bannen, vgl. S. 100.

Rote Radiolarienhornsteine (Radiolarit s. s., roter Jaspis RUEST 1885)

Leberrote-rotbraune, einheitlich gefärbte oder geflammte Hornsteine, völlig karbonatfrei. Radiolarien oft schon von bloßem Auge als helle, wasserklare Querschnitte in der opaken Grundmasse erkennbar.

Im Schliiff erweist sich die von Hämatit blutrot überpuderte Kieselgrundmasse nicht mehr als isotrop (Opal!), sondern als schon entglast, wobei ein feinstkörniges Quarzaggregat entstanden ist. Die Radiolarienskelette bilden ein + — dichtes Haufwerk, sind aber meist strukturell stark verändert und rekristallisiert. Ihre Hohlräume sind von grobkörniger, glasklarer Quarzgrundmasse erfüllt. Nur selten, dann aber in hervorragender Erhaltung ist das feine Maschenwerk und die Außenbestachelung der z. T. vererzten Gitterkugeln erhalten.

Im älteren Schrifttum gehen sie unter dem Namen «rötliche jaspisähnliche Quarzgesteine» (GUTZWILLER 1877, 10), «jaspisartige Kiesel» (KAUFMANN 1887, 131), «blutrote Hornsteine» (FRÜH 1888, ESCHER-HESS 1907) und wurden dort irrthümlicherweise zum Lias (Adnether Kalk!) gestellt (vgl. auch ALB. HEIM 1919, 51, 436).

Grüne Radiolarienhornsteine

Einheitlich grün gefärbte Radiolarite sind eher selten.

«Bunte» Radiolarite

Sammeltypus für rotgrüngrau geflammte, gebänderte oder geaderte Radiolarite, je nachdem die Ferri- oder Ferrooxydationsstufe überwiegt.

Radiolaritkalke

Kieselige Radiolaritkalke mit lagigen oder unregelmäßig nieriigen Hornstein-konkretionen, welch letztere sich in nichts vom normalen Radiolarit unterscheiden. Die kalkigen Partien brausen beim Betupfen mit HCl deutlich auf und erscheinen im frischen Bruch nicht mehr glasglänzend, sondern stumpf und nicht so glatt wie die benachbarten Radiolaritkonkretionen.

Radiolarien sind stets reichlich vorhanden und, besonders im angetzten Zustand, schon makroskopisch mühelos erkennbar.

Dünnschliff: In einer Grundmasse aus kryptokristallinem Kalzit schwimmen massenhaft kieselige Radiolarien vom *Spumellaria*- und *Nassellaria*-Typus. In ihnen ist der Kieselgehalt des Gesteins konzentriert, teils als radialfasriger Chalcedon, teils als feinkörniger Quarz. Grobspätige Kalzitadern durchschwärmen das Gestein. Bei gut erhaltenen Exemplaren ist die sechseckige Wabenstruktur und Bestachelung der Gitterkugeln eben noch wahrnehmbar. Einige Radiolarien sind randlich in Kalzit umgewandelt. Lokal liegen feinste Nadeln zwischen den Gehäusen, oft fast nach Art eines regelrechten Filzes. Es sind wohl eher abgebrochene Kugelstacheln als Schwammnadeln. Die Größe der Radiolarien liegt unter 0.2 mm, andere Organismenreste fehlen.

Hämatitisches Pigment liegt in diffuser Verteilung in der Grundmasse.

Sondertypen:

Schokoladebrauner Radiolarit:

Homogen braungefärbter Hornstein, der die Eigenschaften des typischen Radiolarits in besonders extremer Ausprägung zeigt. Er ist absolut dicht, sehr spröde (deshalb durchschwärmt von weißen Kalzitadern), bricht flachmüschlig und zeigt hohen Glasglanz auf der völlig glatten Bruchfläche. Die abgesplitterten Scherben besitzen prachtvolle Schlagbuckel.

Radiolarien sind in dieser Abart massenhaft vorhanden. Sie erscheinen schon dem bloßen Auge als kreisförmige, fettglänzende, strukturlose Punkte.

Lichtgrauer Kieselkalk mit roten Radiolaritschnüren

Besondere Beachtung verdienen jene seltenen Gerölle, die eine streifige Wechsellagerung dichten, lichtgrauen Kalkes vom Typus Aptychenkalk mit roten, schichtparallelen Radiolaritschnüren zeigen. Diese «stratigraphische Verzahnung» bestärkt uns in der Vermutung, daß Radiolarit- und Aptychenkalkfazies im ehemaligen Rückland der RRN in direktem Schichtverband gestanden haben.

a 2) Altersfrage und Herkunft

Die altersmäßige Zuweisung der Gruppe zum Radiolarit (Callov?-Obermalm) erfolgt zunächst gefühlsmäßig und beruht letzten Endes auf Analogiegründen. Die Tatsache, daß gerade unter den Radiolarien eine sehr große Anzahl von Dauertypen vorhanden sind, wirkt sich auf die direkte paläontologische Altersbestimmung ungünstig aus⁷⁰. Unter der Voraussetzung, daß die Radiolaritfazies primär mit der Aptychenkalkfazies verknüpft ist, läßt sich das oberjurassische Alter der ersteren auf dem Umwege über die alpine Stratigraphie annähernd festlegen.

Da nämlich unter den Aptychenkalkgeröllen Tithon-tiefes Neokom (Calpionellen!) sicher festgestellt ist, kretazische Radiolarite aber im alpinen Raum so gut wie fehlen, bleibt für die Radiolaritgerölle nur Prä-tithon-Alter übrig, mit andern Worten: der Aptychenkalk entwickelte sich aus dem Radiolarit und lag im Schichtverband der Stammdecke oben.

Daß als Heimat keine tiefere als die Simmendecke in Frage kommen kann, wird in Verbindung mit den Aptychenkalkgeröllen zu erörtern sein.

a 3) Unterscheidung gegen die übrigen Hornsteine

Man wird sich natürlich davor hüten müssen, alles, was nach Hornstein aussieht, beim Radiolarit unterbringen zu wollen. Die Hornsteingruppe s. 1., welche im Zuge der Härteauslese stark angereichert wurde, kann sehr heterogene Zusammensetzung besitzen, entsprechend der Tatsache, daß Hornsteinkonkretionen in alpinen Serien weit verbreitet sind. Hier mag an die Hornsteine des Aptychenkalks (Obermalm-Neokom), des Kiesellias und des Oberkreideflyschs (SCHMIDLE 1912, 40; HABICHT 1945, 66) erinnert werden, um nur jene hornsteinführenden Schichtglieder zu nennen, welche als Gerölllieferanten für die RRN von erhöhter Bedeutung sind. Untergeordnet mag selbst Trias (z. B. Reiflinger Kalk!) und Klippenneokom an der Hornsteinlieferung mitbeteiligt sein.

Immerhin zeichnen sich gewisse und m. E. ausbaufähige Ansätze zur stratigraphischen Differenzierung der Großkategorie «Hornsteine» ab. Die zu beobachtenden lithologischen und faunistischen Unterschiede lassen sich etwa in folgende vorläufige Faustregel fassen:

- a) Eig. Radiolarienhornstein-Radiolarit s. s.: Hauptfarben rot und grün, reich an Radiolarien. — Callov-Obermalm.
- b) Aptychenkalk-Hornstein: dunkelgrau, grauschwarz oder grünlich, oft noch in stratigraphischem Verband mit lichtweißem Aptychenkalk, reiche Radiolarienfauna, keine oder doch nur vereinzelte Schwammnadeln. — Tithon-Neokom, vgl. S. 96.
- c) Liashornsteine: blauschwarz-schwarz, eig. «Lydite». Fauna: zahlreiche Spongiennadeln, förmlich verfilzt, sporadisch Radiolarien, vgl. S. 85.
- d) Flyschhornsteine: braun, braungrau. Glaukonit, fast nur Schwammnadeln, spärlich Foraminiferen. — Oberkreide.

Daß das wechselseitige Verhältnis von Radiolarien- und Schwammnadelfauna ein zuverlässiges Kriterium für die wichtige Unterscheidung Kiesellias und Aptychenkalk (Tithon-Neokom) abgibt, bestätigt mir auf schriftliche Anfrage hin Prof. M. RICHTER-Berlin, einer der besten Kenner kalkalpiner Stratigraphie im Vorarlberg und Oberbayern.

⁷⁰ Zwar ist die Radiolarienfauna der Radiolarite erstaunlich reichhaltig, wie aus den Beschreibungen hervorgeht, die ihnen der Altmeister der Radiolarienkunde, RUEST, gewidmet hat (1885). Er wies darin nicht weniger als 87 Spezies nach, wobei rund 50 Arten neue Formen darstellen. Der Schliffausschnitt (Taf. 43) bei RUEST vermittelt einen guten Eindruck von der Radiolarienfülle, welche die Radiolarite der RRN bergen.

b) *Aptychenkalk* (Tithon-Neokom)

b 1) *Lithologischer Habitus*

Das weltweite Zusammengehen von Radiolarit und Aptychenkalk bestätigt sich auch in der bunten RRN, trotzdem es sich hier um sekundäre Lagerstätte handelt. Die Geröllgesellschaft Radiolarit/Aptychenkalk bedeutet also keinen bloßen Zufall, sondern Gesetz.

In der typischen Ausbildung handelt es sich bei den Aptychenkalcken um licht-graue-grauweiße Kalke, mit muschligem, glattem Bruch, von der Art jener pelagischen Planktonkalke, wie sie uns im helvetischen Seewerkalk und im südalpinen Biancone begegnen. Aschgraue Anwitterung, mit narbigen Lösungseindrücken über und über bedeckte Oberfläche und schon von bloßem Auge sichtbare, fettglänzende, kreisrunde Querschnitte von Radiolarien sind weitere Kennmale. Flyschkalkähnliche, durch wasserklaren Kalzit verheilte Mikroklüftung und zackig verzahnte Suturlinien lassen sich hin und wieder nachweisen.

Im Dünnschliff liefern die Aptychenkalke folgendes Bild: Die schmutziggraue, trübe Grundmasse besteht aus äußerst feinen Kalzitkörnchen (sog. Mikrokalzit). Partien mit Aufhellung als Anzeichen beginnender Rekristallisation sind eher selten, häufig dagegen feinste, von bloßem Auge kaum sichtbare Kalzitadern.

Die Mikroorganismen gehören, wenn sie überhaupt vorhanden sind, ausnahmslos den Schwebeformen des Planktons an: Radiolarien, Calpionellen, Globochaeten, Cocolithophoridae. Je nach dem Überwiegen dieser oder jener Faunenkomponente lassen sich, mikropaläontologisch gesehen, drei Gesteinstypen auseinanderhalten: Calpionellen-, Radiolarien- und Radiolarien-Calpionellenkalke⁷¹.

Die Radiolarien (sowohl Spumellarien als auch Nasselarien!) sind meist kalzifiziert. Bei den Calpionellen handelt es sich um *Calpionella alpina* LOR. Angesichts der Tatsache, daß in ein- und demselben Schliff neben «normalen» Formen auch stark deformierte Kelchschnitte auftreten (besonders in Partien, die auch sonst merklich schlechteren Erhaltungszustand aufweisen), wage ich nicht verschiedene Formen auszuscheiden. Am konstantesten sind Maße um 75–80 µ. Das Kelchinnere ist meist mit dichter Grundmasse ausgefüllt, hin und wieder aber ist der «Steinkern» bereits der Rekristallisation zum Opfer gefallen.

Erwähnenswert ist schließlich das Auftreten von *Globochaete alpina* AUG. LOMBARD⁷² in Kombination mit *Calpionella alpina* und ? Radiolarien. Auch *Stomiosphaera moluccana* WANNER^{72a} und den *Nannoconus steinmanni* KAMPTNER glaube ich gefunden zu haben. Querschnitte von Aptychen sind ziemlich selten.

⁷¹ Globigerinen, die man in der hohen Unterkreide als Vorboten der cenomanen Globotruncanen-«Invasion» ja sehr wohl erwarten dürfte, sind mir bis anhin nicht begegnet.

⁷² Es ist dies meines Wissens das erste Mal, daß dieses pflanzliche Planktonfossil auch aus typischem Aptychenkalk genannt wird. Massenhaft beobachtete ich es übrigens auch im Biancone der Südalpen (Torri San Vigilio am Gardasee, vgl. S. 139).

^{72a} Anm. während des Druckes: Das in Indonesien erstmals nachgewiesene Foraminiferenpaar *Cadosina fusca* WANNER und *Stomiosphaera moluccana* WANNER (vgl. S. 142 und WANNER 1940, VOGLER 1941) ist später auch aus dem Tithon Westgriechenlands bekannt geworden (z. T. in Gesellschaft von Calpionellen und Radiolarien, vgl. RENZ & REICHEL 1946, S. 276) und hat sich neuerdings auch in der tithonnahen Grenzzone Radiolarit/Biancone des Südtessins, der Lombardei und Mittelitaliens eingestellt (Literaturnachtrag: RENZ 1948, 1949, 1950). Damit ist meine diesbezügliche Beobachtung auf breiter Basis bestätigt worden. Auch für das Vorkommen von *Globochaete alpina* LOMBARD im obersten Malm der Südalpen (hier begleitet von Stomiosphaeren) und darüber hinaus in Mittelitalien (im Cadosinenkalk der Sentinoschlucht) und Westgriechenland lassen sich aus RENZ 1950 (Lit.-Nachtrag!) weitere Belege beibringen. Mehr oder weniger vollzählige Vergesellschaftung pelagischer Planktonorganismen vom Typus der Cadosinen, Stomiosphaeren, Calpionellen, Radiolarien und Globochaeten in Kombination mit Schwammnadeln und vereinzelt Aptychen wird sich mit der Zeit bestimmt auch für die Radiolarite und Aptychenkalke der RRN nachweisen lassen.

Um den dieser Beschreibung zugrunde gelegten, hellgrauen-lichtweißen Haupttypus gruppieren sich zahlreiche Farbvarianten mit allen Schattierungen von schmutziggrau, graurot über gelblichrot gegen gelbgrün. Z. T. sind es sicher sekundäre Verfärbungsphänomene (dort wo der Farbwechsel von der Gerölloberfläche ausgeht und längs Klüften vordringt!), anderseits sind Zartrot und Lichtgrün Farbvarietäten, wie sie auch das vermutliche Anstehende kennt (vgl. M. RICHTER 1931, 68; 1937, 57). Unter Berücksichtigung solcher Farbabarten kommen wir innerhalb der ganzen Geröllgemeinschaft etwa zu folgender Gruppierung:

Lichtweißer Aptychenkalk. In Dichte und Farbtonung vergleichbar den pelagischen Kalken der Oberkreide, aber radiolarien- und calpionellenführend.

Zartrote und lichtgrüne Aptychenkalke. Reichlich Radiolarien.

Aptychenkalkhornsteine. Dunkelgrauschwarze, lackglänzende, seltener grünlichgraue bis lichtgraue Kieselknollen, gekrüseartig mit dem an erster Stelle genannten reinen Faziestypus der Aptychenkalke verwachsen oder mit ihm bündig wechsellagernd (Bänderkalke!), häufiger aber noch als selbständige Gerölle auftretend. Überaus artenreiche Radiolarienfauna⁷³.

«**Bunte Aptychenkalke**». Sammelgruppe für die atypischen, schmutziggrauen, gelbgrünen, rötlichgrünen, einheitlich gefärbten oder gefleckten Aptychenkalke, deren Farbtonung z. T. primärer Natur sein kann (Neokom?), z. T. aber sicher auf sekundäre Verfärbung zurückgeht.

Ein aufschlußreicher Einzeltypus (weißer Aptychenkalk mit roten schichtparallelen Radiolaritschnüren) aus der Grenzzone Radiolarit-Aptychenkalk ist bereits unter den Radiolariten aufgeführt worden (vgl. S. 93).

Es sei schließlich noch darauf hingewiesen, daß Aptychenkalke (zusammen mit Radiolariten) zu den Hauptkomponenten der oberkretazischen Moksakonglomerate gehören. In ihnen setzen sich die erwähnten Verfärbungsphänomene bisweilen in besonders starkem Ausmaß durch.

b 2) Herkunft

Die Frage nach der Abstammung der Aptychenkalkgruppe kann nur im Zusammenhang mit den Radiolariten gelöst werden. Denn diese beiden Fazien treten, wie erwähnt, stets gemeinschaftlich auf; sie gehören genetisch zusammen (STEINMANN 1906b). Und da Calpionellen-Gehalt einen Teil der Aptychenkalk-Gerölle an die Malm/Kreidegrenze verweist, so muß der Radiolarit im Schichtverband der Stammdecke unter dem Aptychenkalk gelegen haben, d. h. die Altersfolge war also Radiolarit-Aptychenkalk und nicht umgekehrt, es sei denn, wir wollten ausgerechnet für die RRN den ganz unwahrscheinlichen und im gesamten alpinen Raum höchst selten beglaubigten Fall kretazischen Alters der typischen Radiolaritfazies annehmen^{73a}.

Sehen wir nun zu, welche Anhaltspunkte uns die alpine Stratigraphie für die Heimweisung der «Zwillings»-Gerölle bietet.

Die Assoziation Radiolarit-Aptychenkalk setzt im schweizerischen Sektor der alpinen Geosynklinale erstmals im Hochpenninikum ein, und zwar in den höheren Elementen der Marnadecke (STAUB 1934a, 216; CORNELIUS 1935, 213 ff.). Doch ist der Aptychenkalk hier in einer merkwürdigen, als «Hyänenmarmor» bezeichneten Sonderfazies entwickelt, die sich ihrem ganzen Aussehen und Metamorphosezustand (Serizit!) weit vom typischen Aptychenkalk entfernt. Erst mit der Berninadecke (Mezzaum) und der Aroser Schuppenzone

⁷³ Diese Hornsteinknauer des Aptychenkalkes sind es offenbar, welche RUEST 1885 und FISCHLI 1916, Taf. I, eine so formenreiche Ausbeute an Radiolarien geliefert haben.

^{73a} CADISCH (1941, 28 ff.) kennt oberkretazische rote Radiolarite aus der unterostalpinen Tasnaserie.

stellen sich mit den Rigigeröllen vergleichbare Aptychenkalke ein. In klassischer Ausbildung kehrt die Schichtfolge Radiolarit(unten)-Aptychenkalk(oben) wieder in den Nördlichen Kalkalpen (RICHTER 1937, SPENGLER 1943; Scesaplana: ARNI 1926, VON SEIDLITZ 1906) und den Südalpen (HEIM 1906).

Bedeutsam aber ist, daß auch die *Simmendecke* der Westschweiz, deren Erosionsrelikte ja am zentralschweizerischen Alpenrand bei Iberg noch erhalten sind, eine stark an kalkalpine Vorbilder anklingende oberjurassische Radiolarit-Aptychenkalk-Serie beherbergt (CAMPANA 1943, SCHWARTZ 1945), also die gleiche Stammseinheit, die auch für die Heimweisung der groben Flyschkonglomerate und der roten Rigigranite im Vordergrund steht.

Bedenken wir ferner, daß gerade diese Flyschkonglomerate der transgredierenden Oberkreide durch ihren Reichtum an Radiolarit- und Aptychenkalkkomponenten keinen Zweifel darüber offen lassen, was für einen Transgressionsuntergrund wir bei ihnen voraussetzen haben, dann ist die Beweiskette für folgende Aussage geschlossen: Die Einheit der «Mokausakonglomerate» hat auch als Heimat der Radiolarit-Aptychenkalk-Gerölle zu gelten. Alle Anzeichen deuten darauf hin, daß diese Einheit in der West- und Zentralschweiz die *Simmendecke* war.

Dabei möchten wir vorwegnehmen, daß wir uns nach den faziellen Analogien berechtigt fühlen, einen Zusammenhang der Simmendecke mit den Elementen der Nördlichen Kalkalpen zu postulieren, wie dies ähnlich schon JEANNET (1913) und später wieder STAUB auf Grund stratigraphischer und tektonischer Vergleiche getan haben (vgl. auch S. 128).

b 3) Ähnlichkeiten und Konvergenzen.

Im Handstück weist der Aptychenkalk oft verblüffende Ähnlichkeit mit den dichten pelagischen Splitterkalken der Oberkreide (sei es nun helvetischer Seewerkalk oder penninischer Flyschkalk vom Typus Piesenkopf) auf. Dieser irreführenden Maske ist nicht nur FRÜH zum Opfer gefallen, auch ESCHER-HESS ist nach Ausweis seiner Schiffsammlung und handschriftlichen Aufzeichnungen mehrmals fehlgegangen, indem er Kreis- und Ovalschnitte von *Calpionella alpina* LOR. als Seewerkalk-Orbulinarien ansprach. Und nicht besser ist es mir ergangen, wenn ich gelegentlich glaubte, fleckiggrau verfärbte, mikroklüftige, dichte Aptychenkalke mit Sicherheit dem Oberkreideflysch zuweisen zu dürfen und erst der calpionellenführende Dünnschliff mich über die Fehldiagnose aufklärte (vgl. S. 117). Wo dann vollends nur Radiolarien (des Malms) gegen Radiolarien (der Oberkreide) stehen, ist ein Entscheid im Zweifelsfall unmöglich.

Die fleckigen (neokomen?) Abarten der Aptychenkalke nähern sich naturgemäß gewissen Liasfleckenkalken, doch läßt sich hier die gleiche faunistische Faustregel anwenden, die uns bei den verschiedenen Hornsteintypen von Nutzen gewesen ist (Lias: reich an Spongiennadeln, relativ arm an Radiolarien; Neokom: gerade umgekehrt). Bei bloß makroskopischer Geröllbestimmung wird eine Verwechslung nicht immer zu umgehen sein.

Schließlich darf man nicht ganz vergessen, daß auch die *Klippendecke* ein Flecken-neokom mit dunklen Hornsteinschnüren besitzt (SCHWARTZ 1945, 122), das in der RRN angesichts der Anwesenheit sicherer Klippenmalm-Gesteine auch vorhanden sein könnte. Beweise dafür konnten allerdings noch nicht erbracht werden. Zum mindesten ist nach dem maßgebenden Urteil von Prof. A. JEANNET in meiner «Aptychenkalk-Gruppe», die ich ihm unter diesem speziellen Gesichtspunkt zur Prüfung vorlegen durfte, *typisches Klippen-neokom nicht vorhanden*.

Im übrigen darf man das Ausmaß solcher Verwechslungen schon aus dem Grund nicht überschätzen, weil die zahlreich vorhandenen Radiolaritgerölle zum vornherein einen Großteil der Aptychenkalke an sich «binden».

Sache der Deutung ist es, wenn man die Aptychenkalke der RRN mit dem süd-alpinen Biancone in Beziehung bringt (ALB. HEIM 1906; ARN. HEIM 1910, 35; CADISCH 1934, 191). Ich habe die Handstücke und Dünnschliffe von ALB. HEIM aus der Breggiaschlucht (Südtessin) eingesehen und muß gestehen, daß die Analogien im Schliff vollkommene sind, während im Handstück noch eher Unterschiede bestehen. So wird beispielsweise das leuchtende Weiß des Biancone vom Aptychenkalk nicht erreicht. Alles in allem ist es sicher richtiger von Aptychenkalk zu reden, da die Beziehungen zur Simmendecke und dieser wiederum zur Aptychenkalkfazies der Nördlichen Kalkalpen unvergleichlich näher liegen als zum fernen Biancone der Südalpen.

c) *Klippenmalm*

c 1) *Lithologischer Habitus*

Gerölle, die wir mit aller Wahrscheinlichkeit dem Malm der Klippendecke zuzuweisen haben, lassen sich aus dem Normalbestand der bunten RRN nicht wegdenken. Nennenswerte fazielle Unterschiede gegenüber den tortonischen Klippenmalmgesteinen (die auf S. 36 eingehende Beschreibung erfuhren) sind nicht festzustellen.

Auf eine Zusammenfassung der typischen Merkmale, wie es S. 36 geschah, kann hier also verzichtet werden. Dafür bietet sich nun Gelegenheit, die dort fallengelassene Detailbeschreibung einiger Dünnschliffe nachzuholen:

Onkolithischer Kalk (vgl. Taf. 9, Fig. 4)

Handstück: dunkelbrauner, feinoolithischer Kalk mit splittrigem Bruch und hellweißer Anwitterung.

Dünnschliff: In einer Grundmasse vom Typus «grumeleux» schwimmen dunkle Onkoide diagenetischer Entstehung und Organismenrümmer: Kleinwüchsige, zierliche *Frondicularia* sp. (Höchstlänge 0.35 mm, vgl. Taf. 9, Fig. 4), *Nodosaria* sp., knäuelige Miliolidae, zahlreiche *Globochaete alpina* mit bezeichnendem Gelbschimmer (kreisrunde, zweiteilige und gereifte Formen) und Echinodermentrümmer (Seeigelstacheln, Krinoidenplatten).

Die Onkoide ihrerseits zeigen dichte bis krümelige Struktur und limonitische Pigmentkonzentration. — Fundort: Bernerhöhe b. Goldau.

Onkolith⁷⁴

Im Handstück vom obigen Typus kaum zu unterscheiden. Das Schliffbild offenbart denn auch ähnliche Mikrostruktur:

Dichte bis Grumeleux-Onkoide in einer Grundmasse, bei der die Grumeleux-Struktur zugunsten aufhellender Rekristallisation schon ziemlich stark zurückgedrängt erscheint. Der Faunencharakter ist aber verschieden. Die Hauptrolle spielt *Trocholina alpina* (LEUP.) (zahlreiche Durchschnitte), hinzu treten *Textularia* sp., Miliolidae (darunter *Biloculina* sp.), *Nautiloculina* cf. *oolithica* MOHLER und Trümmer von Makrofossilien (stark rekristallisierte Schalenreste, Echinodermenfragmente).

Ein einzelnes Onkoid entpuppt sich als sicher allothigen (aufgearbeiteter, dichter Spongienkalk), ein Vertreter der Großgruppe a 1) auf S. 36 — Bernerhöhe, Goldau.

Oolith

Mit feinen Ooiden, aber eher weniger gute Sortierung nach Ooidgröße als bei den zum Rät gerechneten Typen (S. 83), von denen sie aber einwandfrei nur anhand der Mikrofauna abgeschieden werden können.

Schliff: In völlig rekristallisierter, hyaliner Grundmasse sind konzentrisch-schalige Ooide eingebettet. Viele besitzen einen organischen Kern, der bei der Ausfäll-

⁷⁴ Dieser Faziestypus wurde auch als Komponente in Flyschkonglomeraten vom Typus Mokausa festgestellt (S. 107).

lung des Kalkes als Ansatzpunkt diene. Neben Bivalventrümmern und Durchschnitten von kleinwüchsigen Gastropoden ist *Trocholina alpina* (LEUP.) zu nennen, wobei das bestüberlieferte Exemplar folgende Maße zeigt: Kegelhöhe 0,5 mm, Kegelbreite 0,9 mm, Zahl der Umgänge 5.

Authigene Pseudobrekzie

Handstück: Bis nußgroße Komponenten eines hellen Kalkes werden von feinen, limonitischen Tonhäuten getrennt, die wellenförmig verbogen sind und sich zwischen den dichten Kalkfasern durchschlängeln. Daher erhält das Gestein ein knollig-breksiöses Aussehen.

Anschliff: Auch die Stereolupe vermag die Struktur der Komponenten nicht aufzulösen. Organismen: zahlreiche Radiolarien und eine miliolidenähnliche, imperforate Form, welche einer näheren Bestimmung widersteht.

Fundort: Rigikulm. — Ähnliche «Pseudobrekzien» sind im helvetischen und prä-alpinen Malm eine verbreitete Erscheinung. Vergleichsstücke aus dem oberen Malm der Stockhornzone, die ich dem Entgegenkommen meines Freundes, Dr. H. WEISS, verdanke, stimmen selbst in Einzelheiten des Farbtons mit diesem Gerölltypus überein.

Brekziöser Malmkalk

Hell, dicht, stark tektonisiert und von feinen, hyalinen Kalzitadern durchsetzt, an Sulzfluhkalk erinnernd.

Im Anschliff läßt sich das Obermalmalter des Gerölls durch *Clypeina jurassica* FAVRE & RICHARD sowie *Nautiloculina* cf. *oolithica* MOHLER belegen.

c 2) Beheimatung

Wenn wir schon bei der Hauptmasse der Malmgerölle der Tortonagelfluf prä-alpiner gegenüber helvetischer Abkunft den Vorzug gaben, so hat diese Schlußfolgerung für die RRN vermehrte Geltung, und zwar aus folgenden Gründen:

Hier sind, im Gegensatz zur Hörnlinagelfluf, *Urgongerölle* recht seltene Gäste, und nur in einem der mir bekannt gewordenen Fälle läßt sich eine Deutung als Schratenkalk zur Not diskutieren. Die Tristelnatur der übrigen Komponenten steht außer Frage (S. 100).

Es wäre Willkür, wollte man auf solch schmaler und ungewisser Basis die Hypothese von der helvetischen Heimat eines Teiles der beschriebenen Malmgerölle gründen. Ganz abgesehen davon, daß das, was wir heute an südhelvetischem Malm in der Ost- und Zentralschweiz kennen (das vielumstrittene Malmvorkommen am Fläscherberg miteingeschlossen), ganz abseits des *Gesamtcharakters* der Rigi-Malmgerölle steht.

Demgegenüber können die Analogien zum Malm der zentralschweizerischen Klippen kaum überschätzt werden.

Die Tatsache, daß in der Zentral- und Ostschweiz die Klippendecke schon im Chatt Gerölle in die Molassevortiefe schiebt und daß diese Gerölllieferung (in der Ostschweiz wenigstens; im Querschnitt der Zentralschweiz sind uns nähere Einblicke in diese Frage durch das endaquitane Erlöschen der Rigischüttung versperrt) bis ins hohe Torton unvermindert andauert, ist nicht dazu angetan, die Geröllanalyse zu vereinfachen. Sie zeigt, daß es eine unzulässige Vereinfachung der Dinge wäre, wenn wir eine bestimmte tektonische Einheit allein für die Gerölllieferung während dieser oder jener Stufe verantwortlich machen wollten. Mit anderen Worten: die Abtragsfläche lag schon sehr früh nicht mehr in einem einzigen tektonischen Niveau, sondern schnitt schräg über verschiedene Deckeneinheiten hinweg. Halten wir uns weiterhin vor Augen, daß auch *achsiale Schwankungen* schon eine wesentliche Rolle spielten (STAUB 1934b), so dürfen wir in Variation eines Wortes von BAUMBERGER von den Haupt-Geröllschuttfächern sagen: Jeder Hauptschuttfächer hat seine eigene Erosionsgeschichte.

Dichte Präalpenmalmkalke und Aptychenkalke lassen sich i. a. schon lithologisch auf Grund von Kriterien wie Farbe, Bruchfläche, Dichtegrad usw. auseinanderhalten. Liegen aber beide Gesteine in atypischer Ausbildung vor, so besteht eine gewisse Verwechslungsgefahr, besonders wenn das Faunenbild der dichten Präalpengerölle gerade von jenen Planktontypen beherrscht wird, die in Aptychenkalken weitaus vorliegen (Radiolarien, Calpionellen, vgl. S. 95).

Alle angeblichen Schrattenkalke der RRN (soweit sie heute noch einer Nachprüfung zugänglich sind) müssen zu Klippenmalmgeröllen umgedeutet werden (FRÜH 1888: ESCHER-HESS 1907, 41). Stichproben an Urstücken der FRÜHschen Sammlung ergaben u. a. einwandfreie Clypeinen mit *Trocholina alpina* als Begleiter.

Mit der Möglichkeit, daß Klippenmalmgesteine sich auch als Oberrätikalke tarnen könnten, hat ESCHER-HESS (1907, 41) bereits gerechnet. Tatsächlich enthalten, wie eine Durchsicht der Original-Dünnschliffe zeigte, einige seiner «Ob. Dachsteingerölle» beweisende Mikroorganismen für Malm (*Globochaete alpina*, *Eothrix alpina*, *Clypeina jurassica*, *Trocholina* usw.). Auch wir waren im Falle der Rätoolithe von solcher Unsicherheit nicht frei. Hier bleibt noch manches zu tun übrig.

5. Kreide

A. Klippenneokom

Es ist mir nicht gelungen eine Gesteinsgruppe abzugrenzen, die man mit gutem Gewissen mit dem Fleckenneokom der Klippendecke vergleichen könnte. Nur jemand mit besonders guter Sonderkenntnis dieser Fazies dürfte es übrigens wagen, die hier zu erwartenden Calpionellen-Radiolarienkalke im Handstück und unter dem Mikroskop gegen Aptychenkalk der Simmendecke einerseits und dichtes Klippentithon anderseits abzugrenzen⁷⁵.

Schließlich müßte auch eine Unterscheidung gegenüber gewissen Liasfleckenkalken Schwierigkeiten bereiten, wenn der Spongifazies innerhalb des Klippenneokoms größere Bedeutung zukommen sollte, eine Fragestellung, die wir bereits vorweggenommen haben (S. 97).

B. Urgon (Zoogenes Barrème-Apt)

Gerölle von Urgoncharakter gehören in der RRN (ganz im Gegensatz zum Torton, vgl. S. 42) zu den ausgesprochenen Seltenheiten. Es sind mir ganze 4 Geschiebe begegnet, bei denen sich auf Grund ihres Mikrofossilinhaltes der Gedanke an «Urgon-Alter» aufdrängt. Angesichts der bedeutsamen Rückschlüsse, die sich an ihr (wenn auch ganz episodisches) Auftreten knüpfen, stehen sie im Vordergrund des Interesses.

a) Tristelkalk-Typen (3 Gerölle)⁷⁶

Dunkelgrauschwarze Spatkalke bis Echinodermenbrekzien mit splittrig-unebenem Bruch und rostbrauner, rauhsandiger, oft zellig-poröser⁷⁷ Verwitterungsrinde. Klastisches Material in Form von Quarzsplittern, ockergelben Dolomittrümmern, verein-

⁷⁵ Nun ist es ja allerdings nicht gesagt, daß wir mit dem Vorkommen von Klippenneokom durchaus zu rechnen haben. Der wurzelwärtige Deckenteil der westschweizerischen Präalpen (Préalpes rigides) entbehrt bekanntlich einer unterkretazischen Schichtfolge, und die Couches rouges-Fazies der Oberkreide transgrediert unter Ausfall des gesamten Neokoms auf oberen Malm, Verhältnisse, wie sie im kleinen z. T. auch die zentralschweizerische Klippenschar wiederholt.

⁷⁶ Nach Lithologie und Mikrofossilinhalt tristelverdächtige Komponenten kommen als Seltenheit auch in den oberkretazischen Mokauskonglomeraten der RRN vor (vgl. S. 107).

⁷⁷ durch Herauslösen der Dolomitkomponenten!

zelten Kalkbrocken und Glimmerschüppchen ist schon von bloßem Auge zu erkennen. Darüber hinaus zeigt der Anschliff zahlreiche Milioliden, Orbitolinen und ganze Nester von Pyrit und Limonit. — Fundorte sind: Rigi-Rotstock (1 Ex.), Trubikonerbach S Oberwil-Zug (2 Ex., aus erraticchem Nagelfluhblock herausgelöst).

Die Einzelbeschreibungen sind folgende:

Echinodermenbrekzie. — Rigirotstock. Sammlg. ESCHER-HESS (Schl. u. Handst. 753)

Dunkelgraue, grobe Echinodermenbrekzie mit Quarz- und Dolomitsand.

Dünnschliff: Mineralische und organische Komponenten sind durch ein spärliches, stark rekristallisiertes und durch limonitische Wolken getrübbtes Kalkbindemittel verkittet. Unter dem mineralischen Detritus wiegen eckige Quarzsplitter und Dolomittrümmer vor, dann folgen zu ungefähr gleichen Anteilen Glimmer- und Chloritflitterchen, einzelne Körner tiefgrünen Glaukonits und Erz (vor allem Pyrit!). Auch eigentliche Gesteinsbrocken (dichte, dunkle Malmkalke) fehlen nicht.

Das Faunenbild wird von groben Echinodermen- und Schalenentrümmern beherrscht, welche letztere durchweg starke Rekristallisation erlitten haben. An Foraminiferen sind in erster Linie Orbitolinen (u. a. große Formen aus dem Kreise der *O. lenticularis* (BLUMENBACH) und Miliolidae zu nennen, ferner Textularien und eine grob agglutinierende Lituolidae. Kalkalgenreste aus der Gruppe der Solenoporaceae runden das Bild ab.

Echinodermenbrekzie. — Trubikonerbach S Oberwil-Zug. Schliff 72 a, b. Taf. 9, Fig. 8

Handstück: Feinspätiger, dunkelblauer Sandkalk mit merklichem Gehalt an detritischem Quarz, Kalk und ockergelbem Dolomit.

Dünnschliff: Wiederum tritt das (schwach rekristallisierte und durch limonitische Schlieren verfärbte) Bindemittel stark zurück. Partienweise fehlt es völlig und die Komponenten berühren sich direkt, wobei es vielfach zur Ausbildung zackiger, durch ferritische Infiltrationssäume hervorgehobener Druckstrukturen kommt.

An mineralischen Komponenten treten auf: reichlich klastischer Quarz (Splitter bis zu 0.5 mm Durchmesser!), dann einige eckige, stark zersetzte Feldspäte (u. a. Albit) und vereinzelt Glimmerflitter, Glaukonitkörner sowie syngenetischer Pyrit.

Aus älteren Schichten eingeschwemmt sind zahlreiche Brocken eines dunklen, dichten, meist sterilen Kalkes. In einigen Fällen führt er Spongien und Radiolarien, ausnahmsweise Aptychentrümmer und für die Datierung wichtige Calpionellen (vgl. Calpionellenkalk-Komp. auf Taf. 9, Fig. 8). Sie verweisen einen Teil der aufgearbeiteten Kalkkomponenten ins Tithon-basale Neokom.

Überaus zahlreich ist der organogene Detritus: Echinodermentrümmer aller Art, Schalenentrümmer mit erhaltener Prismenstruktur und Wachstumsstreifung, Bryozoen-ästchen usw. Unter den Foraminiferen überwiegt die formenreiche Gruppe der Miliolidae (*Bi-, Tri-, Quinqueloculina*). Durch die Fossilkombination *Orbitolina* (stark arenazisch) - *Salpingoporella mühlbergi* (LOR.) (erzimprägniert) ist das Gestein als sicheres Urgon ausgewiesen. Außerdem sind zu nennen: Einwandfreie *Nautiloculina* sp. (in Längs- und Querschnitten, vgl. Taf. 9, Fig. 8), dann die tannzapfenförmige *Coskinolina* sp. (vgl. S. 160), *Textularia* sp. und eine Lituolidae mit bischofsstabartig abgerollten, letzten Kammern (wahrscheinlich jene von LORENZ 1901 und TRÜMPY 1916, 116).

b) «Schrattenkalk»-Typen

Die zahlreichen Schrattenkalk-Gerölle (z. T. oolithisch-koralligen), von denen bei FRÜH (1888, 62 ff.) im Zusammenhang mit der RRN die Rede ist, tragen wohl samt und sonders diesen Namen zu Unrecht. Wenigstens liegen in den Fällen, welche noch einer Nachprüfung am Handstück (und im Anschliff) zugänglich sind, ausnahmslos Verwechslungen mit urgonähnlichen Kalken (Klippenmalm; sog. «Dachsteinkalk» usw.) vor (vgl. S. 100, 85). Es zeigt dies einmal mehr, wie nah ihrem makroskopischen Aussehen nach organogen-detritische Kalke aus ganz verschiedenen Altersstufen an die Urgonfazies heranzukommen vermögen.

Trotzdem darf nach meinen Erfahrungen die Existenz schrattenkalkverdächtiger Urgongerölle im Falle der Riginagelfluh nicht kurzweg abgestritten werden, wie folgendes (allerdings vorläufig auch das einzige!) Beispiel beweist:

Urgongeröll, Typus Schrattenkalk: Bohlschlucht ob Zug, errat. Nagelfluhblock vom Roßberg. Schliff 71ab.

H a n d s t ü c k: Hellgrauer, organogener Kalk, mit rauhem, unregelmäßigem Bruch und glasklarem, rekristallisiertem Grundmassenzement.

D ü n n s c h l i f f: Organogen-detritischer Kalk mit hyaliner Kalzitgrundmasse und vereinzelt Glaukonitkörnern, der seinem mikrolithologischen Habitus stark an den S. 43 unterschiedenen Typus 1) erinnert.

An der Zusammensetzung des o r g a n i s c h e n Trümmersandes beteiligen sich: Krinoidenstielglieder und Seeigelstacheln, kleine Gastropoden, stark rekristallisierte Schalenrümpfer, Bryozoengrus, Kalkschwämme mit schön ausgeprägtem, regelmäßigem Kanalsystem, dichte schwarze (m. E. algogene) Onkoide, ferner zahlreiche *F o r a m i n i f e r e n* (massenhaft Miliolidae, *Orbitolina* sp., Textularidae) und einwandfreie *Salpingoporella mühlbergi* (LOR.). Im Anschliff glaubte ich zudem *Orbitolinopsis* sp. zu erkennen.

Das Mikrofossilpaar *Salpingoporella mühlbergi*-*Orbitolina* wird allgemein als alters- und faziestypisch für Urgon angesehen.

c) Zur Heimat der Urgongerölle der RRN

Die Herkunftsmöglichkeiten, welche für die tortonen «Tristel»-Gerölle in Erwägung gezogen wurden (S. 45), stehen grundsätzlich auch für das weitaus seltenere Tristelurgon des Chatt offen.

Einmal wäre es durchaus denkbar, daß ein Ausläufer der Falknisdecke bis ins Einzugsgebiet der Ur-Reuß hereingeragt hätte, denn ihr heutiges W-Ende ist ja ein ausgesprochener Erosionsrand (vgl. Taf. 4). Daß aber unterostalpine Deckenteile in chattischer Zeit der Erosion bereits zugänglich waren, beweisen die zahlreichen Klippenmalm-Gerölle der RRN zur Genüge. Ein sporadisches Auftauchen von Tristelgeröllen müßte man in solcher Gesellschaft also keineswegs als Anachronismus empfinden.

Wie wir noch sehen werden, entsandte aber auch die s ü d h e l v e t i s c h - p e n n i n i s c h e Flyschdecke schon in chattischer Zeit zahlreiche Gerölle in die Vortiefe, und gerade für diese Einheit besteht im Hinblick auf die Sigiswanger-Oberstorfer Decke östlich des Rheins Verdacht, daß ihr stratigraphisches Normalprofil u r g o n a r t i g e U n t e r k r e i d e vom *T r i s t e l t y p u s* umfaßt haben könnte (vgl. S. 52).

Stichhaltige Gründe für oder wider diese oder jene These sind schwer zu erbringen. Man darf hier allerdings zu bedenken geben, daß beide Aussagen (Beheimatung im Ablagerungsraum der penninischen Flyschdecke, resp. der Falknisdecke) gar nicht so weit auseinandergehen könnten, wie man auf den ersten Blick meinen möchte. Denn seitdem die festgefahrene Lehrmeinung vom *P a n t e r t i ä r*-Alter der großen alpinen Deckenschübe unter dem Drucke geologischer Beobachtungen immer mehr an Boden verliert, wäre wohl möglich, daß schon in unterkretazischer Zeit der Ablagerungsraum des Penninikums viel von seiner ursprünglichen Breite verloren hatte.

Ein Problem für sich bildet das vorhin beschriebene «Schrattenkalkgeröll», das einzige, welches die RRN bis anhin zu vergeben hat. Man mag zu dessen Beheimatung wiederum auf die Thesen zurückgreifen, mit denen man das Vorkommen von Schrattenkalken im Torton verständlich zu machen sucht (vgl. S. 46 und LEUPOLD 1942). Doch scheint es mir vorderhand zu gewagt, in der Anwesenheit eines einzigen Urgongerölls «helvetischer» Fazies einen zwingenden Beweis dafür zu sehen, daß schon im Chatt irgendwo im Rückland des Rigifächers helvetische Unterkreide dem Zugriff der Erosion offenlag, umso mehr als ich heute die Fundumstände des von mir gemeldeten *T a v e y a n n a z g e r ö l l s* zusammen mit dem von ESCHER VON DER LINTH als nicht ganz einwandfrei betrachten muß (S. 123).

Dazu kommt ein weiteres. Wohl darf das Fehlen einer Urgonfazies als auffallendstes Merkmal der Kreideserie der Klippendecke gelten. Aber schon für die (nächsthöhere) *Simmendecke* liegen die Dinge etwas anders. Dort erscheinen im cenomanen Flysch sporadisch Einschaltungen von *organogenem Kalk*, reich an Krinoiden, Bryozoen, Milioliden und Orbitolinen⁷⁸. Es sind Gesteine vom Typus der «brèches calcaires à Orbitolina conica», welche RABOWSKI 1909 erstmals im Gebiet des *Jaunpasse* entdeckt hat. Bei allen Autoren des Simmenflysches kehren diese echinodermenbrekziösen Kalke in der Folge wieder (JEANNET 1918; TSCHACHTLI 1941, 64; CAMPANA 1943, 53 f.; SCHWARTZ 1945, 160).

Ein Vergleich mit Handstücken, die mir Prof. LEUPOLD in zuvorkommender Weise zur Verfügung stellte, hat ergeben, daß zwischen diesen organogenen Kalken Typus Jaunpaß und dem «Schrattenkalk» der RRN dem lithologischen Aspekt nach überraschende Ähnlichkeit besteht. Und wenn es sich bei letzterem angesichts der Anwesenheit von *Salpingoporella mühlbergi* doch wohl um wirkliches Urgon (Barrême-Apt)⁷⁹ handelt, so fragt es sich doch, ob die Simmendecke (deren präcenomanes Mesozoikum ja nur in kümmerlichen Deckschollen überliefert ist) strichweise nicht ein *Unterkreideniveau* in Urgonfazies besessen haben könnte. Wenn ich recht verstehe, zieht auch CAMPANA diese Möglichkeit in Betracht (1943, 55).

Von der Molasse aus läßt sich das Problem (wie so oft bei geröllkundlichen Untersuchungen) nur stellen, nicht aber beantworten.

C. Seewerkalk

Für dessen Anwesenheit in der RRN kenne ich keinerlei stichhaltige Beweispunkte. Was FRÜH (1888, 62) unter diesem Namen anführt, sind zweifellos *Malm-Aptychenkalke*, die bezeichnenderweise trotz ihrer Häufigkeit in den Gerölllisten von FRÜH keinen Platz gefunden haben. Es ist denn auch nicht weiter verwunderlich, das FRÜH in seinen «Seewerkalken» vergebens nach der vielgenannten Orbulinarienfauna Ausschau hielt (1888, 14). Im übrigen hat schon sein Nachfolger, ESCHER-HESS, die genannten Seewerkalke nicht mehr anerkannt.

Tatsächlich ist die Verwechslungsgefahr zwischen Aptychenkalk und Seewerkalk mitunter sehr akut, vor allem dann, wenn ersterer nachträglich tektonische Beanspruchung erlitten hat, die flasrig-wellige, schwarze Tonhäute erzeugte, ein Merkmal, das man (zusammen mit dem Orbulinariengehalt) gern als faziestypisches Merkmal des Seewerkalkes hinstellt. Ich bin mehrfach auf solche Abarten gestoßen und vermute, daß eine derartige Varietät auch dem «sicheren» Seewerkalk vom Oberkiemen (Aquitain, FRÜH 1888, 14, 73) zu Grunde liegt.

Gleiche Vorsicht ist gegenüber den FRÜHschen Zitaten von Seewerkalk in der ostschweizerischen Nagelfluh am Platz.

Daß übrigens die «Orbulinarien» keineswegs Leitwert für Seewerkalk besitzen und hellgrau-lichtweiße, pelagische Planktonkalke auch außerhalb dem helvetischen Faziesstreifen verbreitet sind, ist bereits ausführlich dargetan worden (S. 48).

⁷⁸ Diesem organogen-detritischen Cenoman kommt eine ganz einzigartige Stellung zu, findet es doch weithin in den Westalpen kein Gegenstück. Es müßte eine dankbare Aufgabe sein, die Cenomankalke der Simmenflysches einer eingehenden mikropaläontologischen Untersuchung zu unterziehen.

⁷⁹ Gerade in den erwähnten Cenomankalken der Simmendecke sollte nach «Diploporen» Ausschau gehalten werden, um über die vertikale Reichweite von *Salpingoporella mühlbergi* (die hier wie allgemein mit Barrême-Apt angenommen wird) restlose Sicherheit zu erlangen.

D. Konglomerate und Brekzien vom Typus «Mocausa»⁸⁰

Historisches. Die ersten Angaben über diesen Gerölltypus reichen bis in die Frühzeit wissenschaftlicher Molassegeologie zurück. Kein geringerer als H. B. DE SAUSSURE (1740—1799) ist es, der sich in seinen «Voyages dans les Alpes» (Bd. 7, 1796) erstmals über eigenartige Konglomeratgerölle, «fragments de poudingues plus anciens», in der Riginagelfluh vernehmen läßt. In der Folge ist diese «ältere Nagelfluh» aus der Literatur des 19. Jahrhunderts nicht mehr wegzudenken. Während die Vorgänger STUDERs an «Zeugen eines uralten Konglomeratgebirges, das sich nur noch in seinen Trümmern findet» denken, glaubt er selber an Aufarbeitung älterer Riginagelfluh. KAUFMANN hält mit seinem Urteil in dieser Angelegenheit zurück. RÜTIMEYER (1877) hingegen spricht die Konglomerate als Flyschbrekzien an. Auch FRÜH (1888, 63) kommt auf diese merkwürdige, für die bunte RRN so bezeichnende Geröllart zu sprechen. Er «vermag» sie «nicht zu deuten», nimmt aber immerhin eoazänes, ESCHER-HESS (1907, 42) gar oligozänes Alter als wahrscheinlich an.

Späterhin tritt die Diskussion um diesen Gerölltypus in den Hintergrund. Weder BAUMBERGER noch ALB. HEIM, CADISCH oder RENZ haben sich darüber näher verbreitet.

Im Sommer 1941 hatte ich im Laufe militärgeologischer Untersuchungen Gelegenheit, die bunte RRN etwas näher kennen zu lernen, was dann mit den Anstoß zu vorliegender Geröllstudie gab. In einer gemeinsamen Mitteilung mit Prof. W. LEUPOLD 1942 wurde gezeigt, in welcher Richtung eine befriedigende Erklärung dieser Flyschkonglomerate zu suchen ist. Eine nähere Begründung und Auswertung der dort vertretenen Anschauung (Mokausakonglomerat aus dem Flysch der Simmendecke!) mag nachfolgend versucht werden.

a) Petrographische Merkmale

a 1) Der Normaltypus

Das typische «Mokausageröll» der RRN ist ein polygenes Konglomerat, das mit seinen Kalk-, Dolomit- und Hornsteinkomponenten und dem feinklastisch-kalkigen Bindemittel einer Molassenagelfluh von kleinem Korn (2—3 cm) recht ähnlich sieht (Abb. 11). Als dessen bezeichnendes Merkmal darf die hervorragend gute Rundung der nichtkieseligen Bestandteile gelten, vorab des Dolomits, wie dies in nur annähernd ähnlicher Vollkommenheit unter den mächtigen groborogenen Flyschserien des helvetischen und penninischen Raumes ohne Beispiel ist.

Damit ist aber nur das vielleicht auffälligste Glied einer reichhaltigen Geröllgruppe herausgegriffen, deren Korngrößenspielfeldraum von Grobkonglomeraten mit gegen 10 cm Durchmesser hinabgeht bis zum Bereich feiner Sandsteine. Hand in Hand mit der Kornverfeinerung macht sich eine Veränderung in der lithologischen Zusammensetzung bemerkbar in dem Sinne, daß die gelb anwitternden Dolomite und die schwarzen Hornsteine auf Kosten der anderen Komponenten das Übergewicht erlangen. Es bahnen sich als Ergebnis solcher Auswahl breite Übergänge zu grauen und grauschwarz gesprenkelten Feinbrekzien und Kalksandsteinen an, welche unter sich wiederum eine charakteristische, lose Einheit bilden («Ruinenflysch»-Typus TSCHACHTLI 1941).

Überdurchschnittliche Größe der Mokausagerölle — Durchmesser von 20—25 cm sind recht häufig — sprechen für Alpenrandlage der Mutter-Schichtfolge. Damit stimmt auch die «Mocausa»-Natur des Riesengerölles von Vitznau (S. 8) aufs beste überein.

a 2) Grundmasse und Bindemittel

Die Komponenten schwimmen in einer feinklastischen bis sandigen Grundmasse, während spärlicher Kalzitcement die Rolle des verkittenden Bindemittels innehat. Auch darin nähert sich das Mokausakonglomerat der Molassenagelfluh. Die groben

⁸⁰ Nach dem heute eingegangenen Ortsnamen «Mocausa» in der oberen Vallée des Siernes Picats nördlich von Château-d'Oex (STUDER 1853, 304). Die dort anstehenden Konglomerate und Feinbrekzien haben den Typus für den psephitischen Cenomanflysch der Simmendecke geliefert.

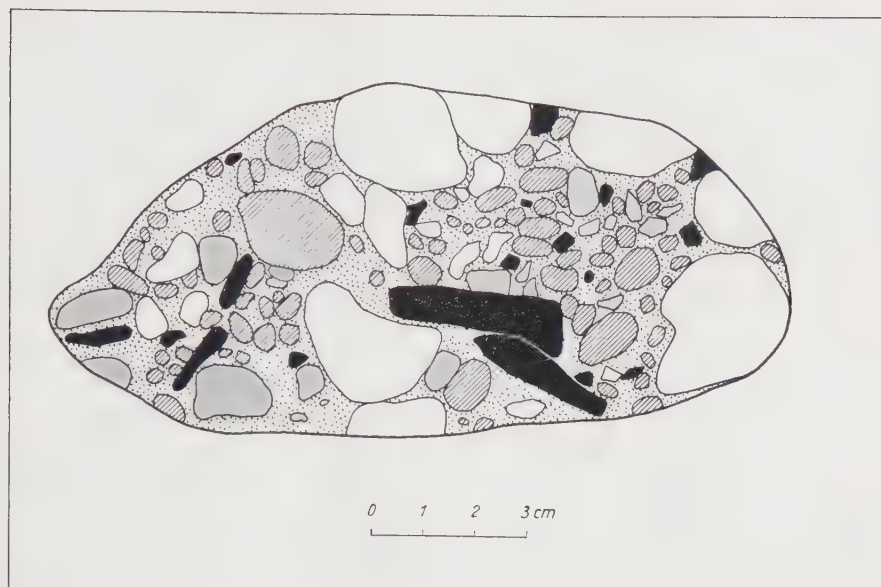


Abb. 11. Mokausakonglomerat. Polierter Anschliff. Geröll aus der Bunten Riginagelfluh (Rigi-Kulm). — Schwarz: Malmradiolarit (rot); Weiß: Dunkle Kieselkalke und schwarze Hornsteine, vorwiegend Lias; Raster: Aptychenkalke, weiß bis rötlich oder grün, Tithon-Neokom; Schraffen: Hauptdolomit (mit vorzüglicher Rundung der kleinen Korngrößen!); Punkte: feinklastische Grundmasse.

Komponenten sind meist dicht gedrängt. Es kann bis zur gegenseitigen Berührung kommen, in welchem Fall auch das Phänomen der «Eindrücke» nicht fehlt. Bei der feinklastischen Zwischenmasse haben oberwähnte Anreicherungsprozesse ihre Spuren hinterlassen, wobei die Geröllgesellschaft zugunsten der Dolomite und schwarzen Hornsteine dezimiert wurde.

Besonderer Erwähnung bedarf noch der Umstand, daß hin und wieder ein rot-erdiges Bindemittel vorkommt, von dem aus ferritische Verfärbung auf die Komponenten, besonders das reine Weiß der Aptychenkalke übergegriffen hat. Es handelt sich wohl um Terra rossa, die durch lateritische Verwitterung des Mokausa-Festlandes in Freiheit gesetzt und ins Mokausa-Flyschmeer verschwemmt wurde.

In anderen Fällen möchte man aber eher an Verfärbung durch Einwanderung ferritischer Lösung aus dem rötlichen Nagelfluhbindemittel denken. Wahrscheinlich sind beide Möglichkeiten nebeneinander verwirklicht.

a 3) Die Komponenten

Weitaus die Hauptrolle kommt folgenden Bestandteilen zu:

Hauptdolomit

Zucker körnige (seltener dichte), bitumenreiche Dolomite von licht- bis dunkelgrauer oder gelblicher Farbe in durchaus analoger Ausbildung, wie sie S. 79 für die Dolomiteinzelgerölle beschrieben wurde. Bemerkenswert ist die oft ideale Rundung und Abrollung dieser Komponenten. Sie geht parallel mit kugelig-ellipsoidischen Formen und spiegelglatt gescheuerten Oberflächen, alles Eigenschaften, die auch der nußgroßen Dolomitfraktion in der Molassenagelfluh zukommen.

Aptychenkalk

Hellgraue bis lichtweiße, dichte, pelagische Kalke, voller Radiolarien, denen sich im Schliff zuweilen Calpionellen beigesellen. Damit ist faziell gleich entwickelte Oberkreide (Leimern-, Piesenkopfkalke!) ausgeschlossen und die Aptychenkalk-Natur dieser Gesteine sichergestellt. Neben den hellen grauweißen sind grünliche, gelbe und rötliche adnetherähnliche Farbtöne verbreitet, wobei sekundäre Verfärbung längs feinen Haarrissen nicht unwesentlich mitbeteiligt sein mag. In den Feinbrekzien tritt, wie gesagt, Aptychenkalk hinter Dolomit und Hornsteinen oft stark zurück.

Radiolarite

Rote, grüne und rotgrün geflammte Radiolarienhornsteine mit massenhaft Radiolarien. Entsprechend ihrer Sprötheit und Härte bleiben sie hinsichtlich Rundung beträchtlich hinter den Kalk- und Dolomitkomponenten zurück.

Mit diesen echten Radiolariten geht zweifellos auch die folgende Abart zusammen: Stumpfroter, leicht kalkig reagierende Radiolaritschiefer, ohne Glasglanz und mit unregelmäßig-rauhem, nicht kleinsmuschlig-glattem Bruch.

Dunkle Hornsteine

Graublau, tiefschwarz und hin und wieder mit einem deutlichen Stich ins Grünliche. Z. T. sind es eigentliche Spongite, z. T. führen sie reichlich Radiolarien. Auf Grund dieser Kriterien dürfen wir es zuversichtlich wagen, die einen zur Kieselfazies des tieferen Jura, die anderen zum Aptychenkalk (Obermalm-Neokom) zu schlagen.

Der Mischungsanteil dieser Hauptkomponenten am Aufbau des Gesteins ist verschieden. Es ergeben sich im Extremfall vier monogene Sondern Typen (grauweiße Aptychenkalk- und gelbliche Dolomitzkonglomerate⁸¹, rote und grüne Radiolarit- und schwarze Hornsteinbrekzien), die zwar nur selten rein verwirklicht sind und denen der eingangs erwähnte intermediäre bunte Haupttypus gegenübersteht.

Mehr akzessorisch treten folgende, z. T. schwer diagnostizierbare Gemengteile auf:

Fleckenkalke

Dichte, gelbgrüne bis graubraune Spongienkalke mit den typischen schwärzlichen Schlieren und Flasern, ganz nach Art des Liasfleckenmergels. Rauher, flasriger Bruch, meist etwas schiefrig. Damit stratigraphisch verbunden splittrige, grünlich gefleckte Kieselkalke und völlig kalkfreie Hornsteine, gleichfalls mit Schwammnadeln und ohne Radiolarien, bis 6 cm groß.

Altersmäßig wird man z. T. auf Fleckenlias schließen dürfen, für einen Rest kann auch Gault (oder aufgearbeiteter Flysch?) in Frage kommen.

Schwarze Kieselkalke

Dicht, splittrig-kleinsmuschlig, helvetischem Hauterivekieselkalk nicht unähnlich, wohl ostalpinen Kiesellias.

Graublaue Kieselkalke

Feinkörnig, reich an Spongiennadeln, die oft zu einem regelrechten Filz zusammen-treten, zuweilen mit winzigen Dolomittrümmerchen, bis 10 cm groß.

⁸¹ Liegen solche regelrechten Dolomitzkonglomerate vor, so verwischen sich unter Umständen die Grenzen gegen ähnliche Faziestypen älterer Stufen, wenn nicht vereinzelte jüngere «Leitkomponenten» eine relative Zeitfestlegung gestatten. So glich eine Hauptdolomitbrekzie vom Buschenkappeli (Zugerberg) mit ihrem roten Terrarossa-Bindemittel äußerlich völlig den Transgressionsbrekzien des basalen Hauptdolomits oder des Lias (vgl. S. 80, 86). Im frischen Anschlag kam eine winzige, rotfarbige Komponente zum Vorschein, bei deren Deutung man zwischen aufgearbeiteten Raiblerschiefern und Radiolarit schwanken konnte. Bei näherem Zusehen aber wies sie einige für Radiolarit bezeichnende Merkmale auf (u. a. glasklare Durchschnitte von Radiolarien) und ermöglichte damit die Aussage auf Post-Radiolaritalter des strittigen Hauptdolomitzkonglomerates. Ähnliches trifft auch, wie bereits dargelegt, auf das Riesengeröll von Vitznau zu (Vgl. S. 8).

Olivgrüne Mergelkalke

Im Bruch meist schiefrieg, fossilleer. — Hohes Neokom oder aufgearbeiteter Flysch?

Glaukonitische Sandsteine

Feinkörnig, grünlichgrau, gewöhnlich weinrote Verfärbungsrinde, bis 13×10 cm sichtbare Achsenlänge. Komponenten: Quarz, Dolomit und Kalk. Ist auch als Einzelgeröll verbreitet. — Gault oder basaler Oberkreideflysch.

Schliff: Lose gepackte, eckige Quarzkörner sind eingebettet in verhältnismäßig reichliche, pyrit- und glaukonitführende Grundmasse. Vereinzelt kommen Komponenten eines dichten, dunklen, sterilen Kalkes vor (Flysch?). Als einzige Organismenrümmer zeigt das Bindemittel Echinodermenreste und unbestimmbare Schalenrümmer.

Quarz

Relativ selten. Kaum größer als 1 cm.

Als seltene Einzelgänger müssen folgende Komponenten bewertet werden:

Echinodermenbrekzie, mit Orbitolinen

Rötlichgrau, feinspätig, stark hämatitisch infiltriert, schon dem äußeren Habitus nach *tristelähnlich*.

Der *Dünnschliff* bestätigt diesen Eindruck. Es ist ein organogen-detritischer, Quarzsand führender Kalk, der im spärlichen, rekristallisierten und verfärbten Zement ein regelrechtes Mosaik von Echinodermentrümmern (u. a. Seeigelstacheln) und sichere *Orbitolinen* führt. Die Begleitfauna besteht aus Bryozoen und Textularien. Salpingoporellen wurden nicht beobachtet. Einige Echinodermen weisen Gänge bohrender Organismen auf (Bohralgeln?).

Mikrolithologisch völlige Übereinstimmung mit Tristelbrekzien. Der Fund ist bedeutsam, weil er für die stratigraphische Unterlage der Rigi-Mokausagerölle ein *tristelähnliches Urgonniveau* bezeugt. Angesichts der schwierigen Bestimmung der einzelnen Orbitolinenarten und des Fehlens der für Urgon (Barrême-Apt) leitenden *Salpingoporella mühlbergi* ist auch Alb-Cenoman nicht ganz ausgeschlossen, umso mehr als wir über die organogenneritische Kalkfazies dieser Stufen im alpinen Gebiet noch sehr wenig wissen. — Fundort: Rigi-Dossen.

Echinodermenbrekzie

Dunkler, grauschwarzer Spatkalk mit spärlich eingestreuten, ockergelben Dolomittrümmerchen, im ganzen Aspekt wiederum an (feine) Tristelbrekzie erinnernd. Im Dünnschliff liegen die Echinodermenfragmente (Seeigelstacheln, Krinoidengitter) dicht gepackt, fast ohne Zwischenraum, aneinander. Daneben spielen *Textularia* sp. und Schalenrümmer eine ganz untergeordnete Rolle.

Das Gestein darf wohl in die Schwankungsbreite des obigen Typus gestellt werden.

Onkolithisch-oolithischer Kalk

Lichtgrau, mit leicht rekristallisiertem Grumeleux-Zement, reich an Organismen, darunter sichere *Trocholina alpina* (LEUP.), dann kleine *Nautiloculina* sp. (0.53 mm im Äquatorialschnitt), Textularien, Kalkalgenbruchstücke und Durchschnitte von Seeigelstacheln.

Lithologisch und faunistisch völlig identisch mit *Präalpenmalms* (vgl. S. 98) ein Urteil, zu dem auch mein Freund Dr. H. WEISS aus eingehender Kenntnis des präalpinen Malms heraus gelangt. — Fundort: Rigi-Dossen, Komponente diagenetisch ins Bindemittel hineingelöst und mit ihm verzahnt.

Organogener Spatkalk

Im **Schliff:** dichte, ferritisch verfärbte Grundmasse. Darin eingebettet: Seeigelstacheln, Gitterplatten von Krinoiden, glatte und gerippte Schalenrümmer, kleine, doppelklappige Bivalven, *Nodosaria* sp., *Fronicularia* sp. Lokal hat ooidische Umhüllung der kleineren Organismenrümmer stattgefunden. In einzelnen Körnern findet sich Glaukonit.

In der Alternative Rät-Tristelbrekzie möchte ich der ersteren Möglichkeit den Vorzug geben. Doch sind mir nicht wegzuleugnende, typische Lumachellenbrekzien des Rät, deren Anwesenheit im Mokausakonglomerat ich vorauszusagen wage, bisher nicht begegnet.

Kristalline Komponenten schienen mir lange Zeit gleichfalls zu fehlen, obwohl ich mein Hauptaugenmerk stets auf solche richtete, umso mehr als ich rein gefühlsmäßig in den kristallinen Mokausagefällen die roten Granite der Riginagelfluh wiederzufinden hoffte.

Diese Erwartung ist tatsächlich in Erfüllung gegangen, und wir können die obige Liste von «Außenseitem» mit folgenden, völlig gesicherten Kristallinkomponenten abschließen:

Rote Granite

Identisch mit dem Normaltypus der roten Rigigranite (S. 68).

Stark geschieferte Gneise

Mit allen Übergängen zu quarzreichen Glimmerschiefern, von der metamorphen Begleitfazies der Rigigranite nicht zu unterscheiden.

Dunkelroter Quarzporphyr

Mit Feldspat- und Quarzeinsprenglingen, von erstaunlicher Übereinstimmung mit dem rotbraunen schwarzwaldähnlichen Typus S. 70.

a 4) Der Sonderfall der kristallinen Mokausagefälle

Es sind ganze drei Gerölle, auf die sich die Ergänzung obiger Komponentenliste nach der kristallinen Seite hin stützen kann. Angesichts der Bedeutung, die diesen Einzelgeröllen im Rahmen der hier geschilderten geröllkundlichen Zusammenhänge zukommt, seien sie nachfolgend etwas näher beschrieben:

Buntes Mokausakonglomerat

Etwa den Bedingungen entsprechend, die wir S. 104 für den Normaltypus aufgestellt haben. Komponenten: Aptychenkalke, Radiolarite, Hauptdolomite, schwarze Kieselkalke usw. und als Seltenheit ersten Ranges ein kaum mehr als 1 cm großes, gut gerundetes rotes Granitgeröll, leicht porphyrisch, mit klaren Quarzeinsprenglingen und offenbar der gleichen Gesellschaft angehörig wie die selbständigen roten Granitgerölle der umgebenden Nagelfluh. Die Komponente liegt nahe im Geröllzentrum. Der Einwand randlicher Hineinlösung vom umgebenden Bindemittel her wird dadurch illusorisch. — Fundort: Bergsturzgebiet Gnippen.

Rote Granitbrekzie

Hellgelbe Dolomite (mit dem bekannten hohen Rundungsgrad), rote Radiolarite (mit Radiolarien!), grüne und graue Hornsteine und rote Granitbrocken (myrmekitische Verwachsungen!), eingebettet in ein arkoseartiges Bindemittel von rotem Granitgrus, der durch Kalzit verkittet wird. — Erratischer Nagelfluhblock vom Roßberg, Zugerberg.

Kristallinbrekzie

15 cm großes Konglomerat mit mehrheitlich kristallinen Komponenten wie rote, leicht schiefrige Biotitgranite, relativ gut gerundet und unverkennbare Analogie zu den roten Rigigraniten aufweisend, dann dunkelroter Quarzporphyr mit deutlichen Feldspateinsprenglingen und glashellem Quarz (Typus «Schwarzwald», S. 70) und schließlich schiefrige Gneise und feine, quarzreiche Glimmerschiefer (1—7 cm Durchmesser), auf Schieferungsflächen hämatitisch infiltriert und rötlich verfärbt, ganz nach Art des metamorphen Kristallins der Riginagelfluh (S. 70). Die restlichen Komponenten verteilen sich auf milchige und glashelle Quarze, graue bis grünliche Quarzite und schön gerundete, zuckerkörnige Dolomite. Bindemittel: gelb, kalkig und spärlich. — Fundort: Zugerberg (gleicher erratischer Nagelfluhblock wie bei vorstehendem Geröll).

Daraus ergibt sich mit zwingender Notwendigkeit folgender Schluß: Im Mokausa-Meer ist neben Aptychenkalk, Radiolarit und Hauptdolomit auch kristalliner Untergrund zur Umlagerung gekommen. Und was bedeutsamer ist: Diese kristalline Unterlage der Mokausakonglomerate umfaßt den gleichen lithologischen Variationsbereich wie die kristalline Geröllgemeinschaft in der Riginagelfluh. Der kristalline Schubfetzen, dessen Erosion in chattischer Zeit die eng verwandte Trilogie: rote Granite-Quarzporphyre-Glimmerschiefer lieferte, geht stratigraphisch und tektonisch mit der Decke der «Mokausagerölle». Gelingt es uns, letztere Einheit im alpinen Faziesquerprofil heimzuweisen, so ergibt sich daraus von selbst auch die Abkunft der roten Granitgerölle und ihrer kristallinen Begleiter. In einem der nächsten Abschnitte werden wir diese Frage wieder aufnehmen.

b) Die Altersstellung

Alle Bemühungen, die grobkonglomeratische Fazies der Mokausagerölle altersmäßig zu fixieren, sind an der starken Rekristallisation ihres zudem recht spärlichen Bindemittels gescheitert.

Zwar ließ nicht nur die eingangs erwähnte, erstaunliche Ähnlichkeit mit dem Flysch der Simmendecke ein cenomanes oder doch oberkretazisches Alter als recht naheliegend erscheinen. In diese Richtung wies ja auch die Tatsache, daß unter den Komponenten sichere Oberkreide (etwa in Form von Globotruncanen- oder Globigerinenkalken) beharrlich zu fehlen schien.

Größerer, wenn auch noch kein voller Erfolg war dann dem Versuch beschieden, auf dem Wege über die Feinbrekzien und Grobsandsteine zu einer paläontologischen Altersfixierung zu gelangen. Durch mehrere Globotruncanenfunde ist deren oberkretazisches Alter belegt.

Für eine feinere Einstufung eignen sich aber nur zwei Durchschnitte. Der eine ist in Taf. 12, Fig. 39 wiedergegeben. Er stammt aus dem Bindemittelkalzit einer Feinbrekzie vom Rigiokulm. Es handelt sich um eine kleine (Äquatorialdurchmesser 0.19 mm), atypische, flache Form mit rundlichen Umgängen und wenig ausgeprägten Kielen, bei deren Bestimmung man zwischen *Globotruncana lapparenti inflata* BOLLI, bzw. *Gl. lapparenti bulloides* VOGLER schwanken kann.

Ein anderes Geröll vom Rigi-Dossen mit von bloßem Auge erkennbaren Austern- und Gastropodenfragmenten und Bryozoen lieferte einen weiteren brauchbaren Durchschnitt von Globotruncana. Es handelt sich bestimmt um einen Vertreter der *Globotruncana lapparenti*-Gruppe, der einer eindeutigen subspezifischen Bestimmung leider wiederum widersteht.

Angesichts der relativen Langlebigkeit der *lapparenti*-Gruppe bleibt auf Grund dieses paläontologischen Befundes noch immer ein Altersspielraum, der vom basalen Turon bis etwa ins obere Emscher reicht. Doch möchte ich die Aussage wagen, daß senone Oberkreide für die Mokausagerölle nicht mehr in Frage kommen kann und innerhalb des Turons mit einem tiefen Niveau gerechnet werden darf. Es sollte mich nicht wundern, wenn neue Globotruncanenfunde für einen mehr oder minder großen Teil der Mokausagerölle sogar cenomanes Alter sicherstellen würden. Meine Unterlagen sind nicht tragfähig genug, um diesen noch dunklen Punkt völlig aufzuhellen.

c) Verbreitungsgebiet der Mokausagerölle (Taf. 4)

Das Vorkommen echter Mokausagerölle vom Typus Rigi ist übrigens nicht nur auf den Rigischuttfächer beschränkt, wenngleich sie hier am auffälligsten in Erscheinung

treten. Schon STUDER und KAUFMANN haben das «ältere Konglomerat» vom Rigi in den chattischen Schuttfächern der Bächlen und Farnern (Entlebuch) wiedererkannt (1825, 130; 1853, 363; 1886, 391, 413). In diesem Sinne darf auch die Bemerkung von FRÖHLICHER (1933, 24) über konglomeratische Sandsteine und feinere Konglomerate «aus den Komponenten der Bächlennagelfluh zusammengesetzt: den Sedimenten der Bächlen selbst entstammend» umgedeutet werden. Die Durchsicht der Geröllaufsammlungen von H. RENZ ergab ferner Anwesenheit von Mokaustypen auch für das Schwarzflühli (im NW des Pilatus) und die benachbarte Heubodenalp, allem nach auch für die Stampbachnagelfluh am Thunersee.

Mokausaverdächtige Zitate werden sodann aus der miozänen Nagelfluh zwischen Reuß und Sense gegeben, so vom Napf, vom Belpberg (begleitet von «Majolika») und Guggisberg (LIECHTI 1928, 49; RUTSCH 1927, 22, 54; FRASSON 1947, 32, 33). Und wenn in der chattischen Pélerin-Nagelfluh (Genfersee) reichlich rote und grüne Radiolarite (LUGEON & GAGNEBIN 1941, 23) und auch Aptychenkalke sich einstellen, darf wohl auch die Existenz von Flyschkonglomeraten vom Typus Mokausa vorausgesagt werden. Die ohne Zweifel der Simmendecke entstammenden roten Radiolarite tauchen übrigens schon im «Grès de Bonneville» (=Horwersandstein, Rupel) auf (VERNIORY 1937, 44 f.).

Etwas anders liegen die Dinge in der Ostschweiz. Zwar sind auch hier Brekzien und Konglomerate mit der Trilogie Radiolarit-Aptychenkalk-Dolomit nicht selten. Wir erwähnten sie von B a a r (S. 35). TANNER kennt sie aus dem zentralen Hörnli-fächer (1944, 69). Mit «Biancone» vergesellschaftete «Biancone-Radiolaritbreccien» liegen weiterhin in der Oligozännagelfluh südlich des Ricken. Sie tauchen schon in der Speernagelfluh vereinzelt auf (HABICHT 1945, 131 und eig. Beob.) und scheinen in der Kronbergnagelfluh ein leichtes Maximum zu erreichen (HABICHT S. 67). Auch die bunten «Liasbreccien» dieses Autors sind zum großen Teil als oberkretazische Flyschbrekzien anzusehen, desgleichen jene von FRÜH (Typus 7b und 10, 1888, 22—23).

Als ganzes genommen weisen aber diese durch die ganze ostschweizerische Molasse vom Chatt bis ins Torton beharrlich auftretenden «Mokausakonglomerate» einen viel uneinheitlicheren Charakter auf als die gleichnamigen Gerölle der Riginagelfluh, sodaß ich ohne Spezialuntersuchung ihnen nicht ohne weiteres den gleichen Heimatsstreifen (Simmendecke!) zuerkennen möchte (vgl. auch S. 35 und Fußnote 29).

Man darf nicht außer acht lassen, daß die cenomane Transgression auch im grisoniden Bereich des Ostalpins (Err-Berninadecke, Aroser Schuppenzone?) sich ausgewirkt hat und dort zur Bildung ähnlicher Gesteine führen mußte. Ich vermute, daß besonders in den «Mokausakonglomeraten» der jüngeren ostschweizerischen Nagelfluhhorizonte ein vorderhand schwer abzuschätzender Anteil solcher cenomaner Transgressionsbrekzien (vom Typus des Murtiröl und der Val Saluver) versteckt ist. Zumindest sollten alle Zitate aus der Ostschweiz unter diesem Gesichtspunkt auf ihre «Mokausa-Echtheit» geprüft werden.

Wenn wir unsere vorläufigen Kenntnisse über geographische und stratigraphische Reichweite der in so hohem Maße typischen Mokauserölle der Riginagelfluh zusammenfassen, so ergibt sich etwa folgendes Bild (vgl. Taf. 4):

Der Schwerpunkt ihrer Verbreitung liegt im Rigi-fächer (Chatt). Auch die gleichaltrigen Schuttfächer des Entlebuchs (Heuboden, Bächlen, Farnern) sind unter deutlichem Einfluß des «Mokausa»-Hinterlandes gestanden. Einzelgänger (in Taf. 4 nicht berücksichtigt!) gehen beharrlich bis ins hohe Miozän durch (Napf, Belpberg usw.).

In der Ostschweiz steigen, wenn auch nicht identische, so doch genetisch nahe verwandte Gerölle in ziemlich gleichmäßiger Streuung vom Chatt (Speer) übers Aquitan (Kronberg-Gäbris)⁸² bis ins Torton (Hörnli) hinauf.

d) Zum Heimatproblem der Mokausakonglomerate

d 1) Das Normalprofil der «Mokausa-Stammdecke»

Wollen wir uns ein Bild von der stratigraphischen Unterlage machen, mit der diese oberkretazischen Flyschkonglomerate des Rigi im Transgressionsverband standen, so gilt es nur das Archiv zu nutzen, das im Komponentenbestand der Mokausakonglomerate seiner Auswertung harret. Nicht zuletzt solche Fragestellungen waren es, welche uns zum einläßlichen Studium der Mokausabestandteile bewogen und dessen Niederschlag die Geröllliste auf Seite 105 ff. darstellt.

Die Geröllurkunden dieses «stratigraphischen Archivs» führen zu folgender, vorläufig noch hypothetischer Vorstellung (vgl. Tab. 4):

Oberkreide in Flyschfazies und mit bezeichnenden grobklastischen Leitgesteinen (Mokausa!) liegt über voroberkretazisch bewegtem Untergrund und greift vom Neokom bis hinab auf das Kristallin. Die Transgressionsunterlage ist wesentlich charakterisiert durch typisch geosynklinale Tendenzen im Oberjura-Neokom (Radiolarit-Aptychenkalk), kieseligen-kalkigmergeligen Unterjura und Triasdolomit vom Aussehen des ostalpinen Hauptdolomits. Das lokal entblößte kristalline Grundgebirge setzt sich aus roten Graniten, Quarzporphyren und hochmetamorpher Schieferhülle zusammen. Ganz vereinzelt sind auch Anzeichen einer neritischen Malmfazies und einer organogen-detritischen, orbitolinenführenden Unter-Mittelkreide überliefert.

Mit diesem summarischen Bild vom Schichtenbestand der Mokausaeinheit, von der wir ja auch all die Einzelgerölle der RRN vom Hauptdolomit bis hinauf zum Aptychenkalk zu beziehen gedenken, wollen wir der Frage nach der Herkunft dieser Schubmasse näher treten.

d 2) Die Eingliederung ins alpine Deckenschema

Es erscheint zum vornherein aussichtslos, eine Sedimentfolge mit solchem Faziescharakter noch aus dem penninischen Raum beziehen zu wollen, man müßte denn der postchattischen Orogenese eine ganz gewaltige Metamorphosewirkung zur Last legen. Und selbst wenn die Kombination Hauptdolomit, Kiesel- und Fleckenlias, Radiolarit- und Aptychenkalk kein zwingendes Hindernis gegen penninische Abkunft wäre, wo fände sich im schweizerischen Penninikum eine Schichtfolge, die am Merkmal absoluter Freiheit an klastischem Detritus so unbeirrbar und zäh festhalten würde vom Lias hinauf bis ins Neokom?

Es muß offensichtlich eine ostalpine Decke sein, die in der obgenannten Geröllkombination der RRN ihren sedimentären Niederschlag gefunden hat. Aber welche? Sehen wir näher zu:

Wenn irgendwo im unmittelbaren Rückland des Rigischuttfächers Spuren dieser vermuteten ostalpinen Decke postchattischer Erosion entgangen sind, dann sollten sich ihre Reste in erster Linie in jener großen Randmulde der Zentralschweiz wiederfinden lassen, wo sich der tektonischen Tieflage wegen Überreste höherer Deckeneinheiten in Form von Klippen erhalten haben (vgl. Taf. 4). Und man darf es als einen ganz besonderen Glücksfall bezeichnen, daß hier letzte Zeugen einer größtenteils verschwundenen, sicher ostalpinen Schubmasse tatsächlich noch überliefert sind. Wir meinen hier die Radiolarit-Aptychenkalk-Ophiolith-Gesteine der Iberger-egend, die unter dem Namen «Simmentaldecke» gehen, das höchste tektonische Glied der zentralschweizerischen Klippenschar darstellen und zur liegenden Klippendecke in klarem faziellen Gegensatz stehen (vgl. JEANNET 1922, 1941).

⁸² R. STAUB kennt sie auch vom Sommersberg (frdl. mündliche Mitteilung).

Stufe	Westende Lechtal-Decke (Sersaplana)	Westende Allgäu-Decke (inkl. Randenoman)	Stammdecke der Rigi-Mokausagerölle (aus Geröllen ermittelte Schichtfolge)	Simmen-Decke Westschweiz
Altertär	(Unterinntaler Tertiär)	} nur im Osten ~~~~~ Vorgosauphase ~~~~~	—	—
Senon	(Gosau -600 m)		—	—
Turon			—	—
Cenoman	Foraminiferenmergel Brekzien, mit Orbitolina concava Grobe Konglomerate (bes. Allgäuerin) Echinodermenbrekzien Komp.: Aptychenkalk, Radiolarit, kalk; seltener: Gneis, Glimmerschiefer	transgressiv über Ober- jura-Haupt- dolomit	Mokausakonglomerat Grob- und Feinbrekzien Grobe Sandsteine Sandkalle Komp.: Aptychenkalk, Radiolarit Liasornsteine, Hauptdolomit selten: rote Granite, braune Quarz- porphyre, Glimmerschiefer usw.	Mokausakonglomerate Grobe u. feine Sandsteine Sandkalle Spatkalle, Brekzien Ophiolithergüsse Komp.: Aptychenkalk, Radio- larit, Dolomit, organische Kalle; selten: Kristallin — Flysch
Gault		Austrische Phase	Ugon?	Austrische Phase
Neokom	Aptychenkalk: grauweiß-grünlich oder rötlich, z. T. reich an Hornsteinen	— 160 m	Aptychenkalle: weiß, rot, grün, oft mit Hornsteinknauern	Helle Aptychenkalle —65 m lokal mit Hornsteinschnüren
Malm	Radiolarit: rot, grün	50—60 m	Radiolarite: rot, grün Radiolaritkalle	Radiolarit: rot, grün —55 m
Dogger- Lias	Fleckenmergel (Allgäuschichten) vornehmlich mit Liasammoniten Rote Knollenkalle (Adneth!) Krinoidenbrekzien vom Typus Hierlatz	500 m —40 m	Fleckenmergelkalle mit Liasammoniten Bunte Krinoidenbrekzien Rötliche Knollenkalle Dunkle Kieselkalle mit Hornsteinen	Dunkle, fleckige Kieselkalle und Kieselschiefer (Aalen) 65 m Abscherung
Rät	Oberrätkalk (Dachstein-) Kössenerschichten (mit Korallenkalk)	—70 m —300 m	Helle, z. T. oolithische Kalle Köss. Lumachellen, Korallenkalle	
Nor	Hauptdolomit		Zuckerkörnige Dolomite, Brekzien ?	
Carn	Raiblerschichten ±220 m	Abscherung	Schwarze Triaskalle z. T.	
Ladin	Arlbergkalk —100 m		Buntsandstein (selten)	
Anis	Muschelkalk —220 m		Rotgranit. Verwitterungsbrekzien	
Werf	Buntsandstein 40—50 m		Rote Granite, rotbraune, grün- violette Quarzporphyre, Glimmer- schiefer und -quarzte, Augen- gneise (seltener)	
Perm	Abscherung			
Kristallin		Glimmerschiefer (Kristal- linspan Retterschwangtal)		Legende: Schichtlücke mit Diskordanztrans- gression s. s. sehr selten — primär fehlend

Tab. 4. Die Beziehungen zwischen der Schichtenreihe der Nördlichen Kalkalpen, der Simmentaldecke der Westschweiz und der (anhand der Geröll-
analyse aufgestellten!) Stammdecke der Rigi-Mokausagerölle

Aber gerade für das Paradestück der RRN, das M o k a u s a k o n g l o m e r a t, ist im lückenhaften Schichtbestand des Simmendeckenrelikts von Iberg kein Gegenstück zu erbringen.

Aufschluß über diesen ungeklärten Punkt wird man in erster Linie von der namengebenden Simmendecke der Westschweiz erwarten dürfen, die gerade, was ihren Flyschanteil angeht, durch die Forschungen der letzten Jahre einen mächtigen Zuwachs erfahren hat (LUGEON & GAGNEBIN 1941, CAMPANA 1943, SCHWARTZ 1945). Und tatsächlich häufen sich beim Schichtvergleich die Analogien in erstaunlichem Maß:

Hier stellen sich die roten und grünen Radiolarite, hier die Aptychenkalke und Grünschiefer wieder ein, welche uns schon der Simmendecken-Zeuge von Iberg nicht vorenthalten hatte. Hier tritt uns aber innerhalb der orogenen Serie des S i m m e n f l y s c h e s erstmals ein Horizont entgegen, der allen lithologischen Eigenschaften, die wir für einen Vergleich mit den Flyschkonglomeraten der RRN fordern müssen, gerecht zu werden vermag. Es handelt sich um normal im mächtigen Flysch eingelagerte Konglomeratbänke, welche in ihrem Komponentenbestand (Dolomit-Radiolarit-Aptychenkalk usw.) eine enge Abhängigkeit vom tieferen Mesozoikum der Simmendecke verraten, mit dem die ganze Flyschgruppe in T r a n s g r e s s i o n s v e r b a n d steht. Seit STUDERs Zeiten gehen sie unter dem Namen «Mocausa-Konglomerat», eine Benennung, die der Einfachheit halber bereits bei der Einführung der «Rigi-Konglomerate» vorweggenommen wurde. Ihr cenomanes Alter, erstmals von A. JEANNET (1918) für die Gegend der Tour d'Ai in Aussicht genommen, hat neuestens durch Globotruncanen- und Orbitolinenfunde auch für die Typlokalität eine Bestätigung erfahren (CAMPANA 1943, SCHWARTZ 1945).

Die feinklastischen Begleiter der Mokausakonglomerate sind bunte, dolomit- und hornsteinreiche Feinbrekzien bis Kalksandsteine von genau demselben Aussehen, wie sie die Begleitfazies der Flyschkonglomerate am Rigi zur Schau trägt (S. 104). Die makroskopischen und mikroskopischen Beschreibungen, welche TSCHACHTLI (1941) den feinklastischen Gliedern der Mokausaserie widmet, haben vorbehaltlos auch für den Rigi Geltung.

In einem Punkt läßt uns aber auch die Simmendecke der Westschweiz im Stich. Sie ist leider im Niveau des Aalen oder doch dicht darunter von ihrer primären Unterlage abgesichert. Als tiefstes Schichtglied gelten graubraune bis graublau, kieselreiche, z. T. s c h w a r z f l e c k i g e Kalke und Schiefer, wie sie RABOWSKI aus den Freiburger Alpen (La Gueyras S der Hochmatt) beschrieben hat und deren Alter durch Ludwigien als Aalen festgelegt ist (SCHWARTZ 1945, 147). Sie gehen nach oben unmerklich in typischen Radiolarit über und erinnern eindringlich an die fleckigen Kieselkalkkomponenten, welche wir aus den Mokausageröllen der RRN bekannt gegeben haben (S. 106). Von diesem Kieselias einerseits zur Fleckenmergelfazies der Nördlichen Kalkalpen und der Ammonitengerölle der RRN anderseits ist bestimmt kein großer Schritt, und es scheint mir, wie bereits S. 91 angetönt wurde, sehr wahrscheinlich, daß im ursprünglichen stratigraphischen Profil der Simmendecke die Kieselfazies des Aalen den Übergang vom Radiolarit zur Fleckenmergelschicht-Entwicklung des tieferen Lias vermittelt hat (vgl. Tab. 4).

Sicherheit darüber kann uns einzig das genaue Studium der Bestandteile der Mokausakonglomerate verschaffen, das ich nach den ermutigenden Ergebnissen dieser Methode im Falle der Rigranite auch für die Westschweiz anregen möchte. Stichproben⁸³ aus dem Mokausakonglomerat der Flyschmulde von Ayerne (Tours d'Ai-Gebiet) gaben mir Gewißheit, daß eine petrographisch-stratigraphische Sonderstudie der Mokausakomponenten wertvolle Aufschlüsse vermitteln müßte. So gelang mir der Nachweis von r ä t i s c h e m L u m a c h e l l e n k a l k (z. T. in Blöcken von 1 m Durchmesser!), Fleckenkalken (Lias?) und oolithisch-onkolithischen,

⁸³ entnommen anläßlich einer Exkursion mit dem Geol. Inst. ETH unter der orts- und sachkundigen Führung von Prof. A. JEANNET.

graubraunen Kalken mit *Trocholina alpina*, Milioliden und rätselhaften, foraminiferenartigen Organismen (letztere erfahren S. 165 eine Sonderbesprechung, vgl. auch Taf. 12, Abb. 35—37), alles in allem ununterscheidbar vom in der Nähe anstehenden Klippenmalm⁸⁴.

Es wäre auch aufschlußreich, den Inhalt der Hundsrückkonglomerate (kristallinführende Mokausakongl.!) mit Blickrichtung auf den kristallinen Unterbau der Simmendecke zu überprüfen. Möglicherweise ließen sich auch hier Anklänge jener Kristallinfazies fassen, die in der RRN als so scharf umrissene Einheit in Erscheinung tritt und für deren Zusammengehen mit der Simmendecke der Zentralschweiz «Hundsrückkonglomerate der Riginagelfluh» Zeugnis ablegen.

Zum Abschluß ist noch der urgonähnlichen Fazies zu gedenken, die vereinzelt in den Mokausagefällen der RRN vorkommt. Ihr tristelähnliches Aussehen in Handstück und Dünnschliff steht außer Frage (vgl. S. 107). Doch müssen sie deshalb nicht unbedingt als Abkömmlinge der Klippendecke angesehen werden. Organogene Kalkbänke ähnlicher Art sind auch im Simmenflysch eingelagert.

So gehen nach TSCHACHTLI (1941, 64) die Kalksandsteine «vom Typus der Ruine Weissenburg» lokal in eigentliche Echinodermenbrekzien über. Damit identisch sind offenbar die «brèches calcaires à Orbitolina conica» östlich der Jaunpaßhöhe, deren Entdeckung auf RABOWSKI 1909 zurückgeht und die, wie ich mich an Handstücken, welche mir Prof. LEUPOLD freundlicherweise zur Einsicht überließ, vergewissern konnte, sehr urgonähnliches Aussehen annehmen können.

Die gleiche Fazies kehrt im Simmenflysch der westlichen Préalpes romandes wieder (JEAN-NEST 1918). «Calcaires organogènes» mit Krinoiden, Bivalven und Brachiopoden kennt auch CAMPANA (1943, 53 ff) aus dem Simmenflysch der Gegend von Château-d'Oex. Dazu macht er die für uns bedeutsame Bemerkung, daß Gerölle von der Art dieser organogenen Horizonte sich in den überlagernden Mokausakonglomeraten nachweisen lassen, was offenbar auf intracénomane Aufarbeitungsvorgänge zurückgeführt werden muß.

Für einen anderen Teil der zahlreichen organogenen Mokausakomponenten nimmt CAMPANA (S. 55) Abstammung von einem völlig aufgearbeiteten Urgonniveau in Aussicht, eine Möglichkeit, die wir für das bisher einzige «Schrattenkalk»-Geröll der RRN ebenfalls in Rechnung gestellt haben (S. 102).

Diese zwei Deutungen 1) intracénomane Umlagerung oder 2) Aufarbeitung eines eigentlichen «Simmen-Urgons» der Unterkreide reichen vollkommen aus, um für die Anwesenheit einzelner tristelähnlicher Komponenten in den Mokausagesteinen der RRN eine befriedigende Erklärung zur Hand zu haben. Von solcher Beheimatung ausgenommen wissen möchte ich aber die als selbständige Einzelgerölle auftretenden Tristelkalk, welche im Abschnitt über Urgon (S. 101) Beschreibung und Deutung erfahren haben. Sie lehnen sich in lithologischer wie mikrofaunistischer Beziehung allzu stark an die namengegebende Tristelfazies des Falknis an.

e) Zusammenfassung

Die Aptychen-Radiolarit-Hauptdolomit-Konglomerate der RRN und ihre feinklastischen Begleiter sind identisch mit den Flyschkonglomeraten vom Typus Mokausa der westschweizerischen Simmendecke. Damit ist der Nachweis erbracht, daß in chattischer Zeit im Rückland des Rigischuttfächers (und im weiteren zwischen Reuß

⁸⁴ Sollte sich die Anwesenheit von Klippenmalmgeröllen im Mokausakonglomerat — es sei an einen analogen Fund vom Rigi erinnert, vgl. S. 107 — auf breiter Basis belegen lassen, dann wäre wohl auch auf diesem Wege ein Beweis für die ursprüngliche Nachbarschaft von Klippen- und Simmendecke zu führen. Es stünde dies im Einklang mit den neuesten Forschungsergebnissen, wonach die Brekzien- und nicht die Simmendecke als höchste präalpine Schubmasse zu gelten hat (CAMPANA 1943, BIERI 1946).

und Aare überhaupt!) diese Schubmasse noch in beträchtlicher Ausdehnung vorhanden war, während sie heute bis auf kümmerliche Reste aufgezehrt ist.

Aus ihrem Mesozoikum stammen die Aptychenkalke und Radiolarite, dann (z. T. wenigstens) die Hauptdolomite und Rätlumachellen und höchstwahrscheinlich auch die ammonitenführenden Fleckenmergel- und roten Liaskalke vom Typus Hierlatz und Adneth.

Das kristalline Grundgebirge — denn die Simmendecke der Zentralschweiz war in chattischer Zeit noch im Besitz einer kristallinen Kernmasse! — entsandte die roten Granite, die braunen (und wohl auch die grünvioletten) Quarzporphyre und die hochmetamorphen kristallinen Schiefer in die Nagelfluh.

Gleiche Heimat wie die Mokausergerölle besitzt naturgemäß auch ein gewisser Anteil der charakterlosen «kosmopolitischen» Flyschgerölle, der Sandkalke, Sandsteine und Mergelkalke, denen wir an und für sich ebensogut im Südhelvetikum oder Penninikum begegnen könnten. Und angesichts des häufigen Vorkommens dürfen die Mokausergerölle ein mannigfaltiges und mengenmäßig beträchtliches Gefolge an «atypischem Flysch» für sich in Beschlag nehmen.

Über die Parallelisierung der Simmendecke des Westens mit dem Querschnitt Bündens und einige daran anknüpfende Problemstellungen soll in einem späteren Kapitel noch eingegangen werden (S. 125).

E. Südhelvetisch-penninischer Oberkreideflysch

Eine nur einigermaßen erschöpfende Darstellung der Flyschgesteine der bunten RRN müßte Ziel einer eigenen Arbeit sein. Sie hätte zudem in enger Anlehnung an die «Flyschnagelfluhen» zu erfolgen, von denen der Komplex der «bunten» RRN eingefalzt wird (Weggiser Kalknagelfluh im Liegenden, bzw. Scheidegg-nagelfluh im Hangenden).

Hier kann es sich nur darum handeln, einige typische Flyschvertreter herauszugreifen und kurz zu skizzieren. Für ihre eingehende Beschreibung wäre ein umfangreiches Schliffmaterial notwendig, das mir nicht zur Verfügung stand.

a) Gerölltypen

Flyschsandsteine

Glimmerführend-glimmerreich, gelbbraun-rötlichbraun verwitternd, im ganzen ziemlich feinkörnig, vielfach mit deutlicher Schichtung, nach welcher sie beim Anschlag aufspalten, und ferritischen Oxydationsphänomenen nach Art der LIESEGANGSchen Ringe.

Alters- und herkunftsmäßig heterogen. Ein Teil führt Nummuliten und wäre somit dem Tertiär anzugliedern.

Flyschsandkalke

Mehr oder minder kieseliger Kalk mit charakteristischer, rauhsandig anzufühlender Oberfläche und grau- bis rostgelber Verwitterungsrinde. Meist sind die Gerölle bis ins Zentrum völlig verfärbt, nur hin und wieder haben sie einen frischen, hellgrauen Kern bewahrt.

Nicht selten zeichnen die auswitternden Quarzkörner eine feine interne Schichtung nach. Auch Rutschungswülste kommen vor.

Unter der Lupe geben sich stets Glaukonit, Quarzkörner und ab und zu einzelne Spongiennadeln zu erkennen. Durch Kornvergrößerung und Abnahme des Kalkgehaltes bahnt sich ein Übergang zu eigentlichen Flyschsandsteinen an.

Dünnschliff: In grobkristallisiertem Kalzit liegen als mineralische Komponenten feinsten Quarzsand (selten gröber als 0.1 mm), Muskowit- und Biotitflitterchen und zahlreiche Glaukonitkörnchen.

Der Mikrofossilinhalt ist recht spärlich und erschöpft sich in einigen verkalkten Schwammnadeln und Globigerinenbruchstücken.

Flyschkieselkalke (Flyschspongienkalke z. T.)

Hell- bis dunkelgraue Kalke, hart, kieselig, beim Betupfen mit HCl aber noch deutlich aufbrausend. Die grauweiße Verwitterungsrinde färbt oft ausgesprochen kreidig ab und besitzt wechselnden Tiefgang. Nicht selten führen die Gerölle dunkelgrauen Hornstein.

Charakteristisch ist ein System von zarten Mikrokluft^{en}, welche das spröde Gestein durchsetzt und meist von weißem Kalzit ausgeheilt ist.

Im Sch^liff sind die Kalke mikrokristallin bis völlig dicht, dunkel, limonitisch und enthalten spärlich klastische Komponenten (winzige Quarzsplitter, Biotit- und Muskowitschüppchen) und ein paar Glaukonitkörner.

Als typisch hat ihre Armut an Foraminiferen zu gelten. Wenn sie vorkommen, handelt es sich dann zumeist noch um einer zeitlichen Auswertung wenig zugängliche Formen (Globigerinen, Textularien usw.). Häufiger sind Radiolarien und dann vor allem Kiesel-spongien-Nadeln, die sich zu einem wirren Filz anreichern können. Das Gestein ist dann als regelrechter Spongⁱt anzusprechen. Bei den Schwammnadeln handelt es sich zumeist um monaxone, seltener um triaxone Formen. Schwammnadeln und Radiolarien sind z. T. verkalkt.

Die Grundmasse zeigt häufig weitgehende Silifizierungserscheinungen, wofür in erster Linie die ausgewanderte Skelettkieselsäure der kalzifizierten Radiolarien und Spongiennadeln verantwortlich ist.

Flyschmergelkalke

Völlig dichte, homogene, mehr oder minder tonige Kalke mit ausgesprochen scharfkantig-muschligem Bruch, oberflächlich vielfach von einer dicken, staubig abfärbenden Verwitterungsrinde bedeckt, hie und da mit starkem randlichem Rosthof.

Die ursprüngliche Farbe, die das Gestein im Anstehenden aufweisen mochte, ist kaum je erhalten, selbst große Gerölle sind meist durch und durch verfärbt. Lichtgraue, gelblichgraue, z. T. nach Art der Liasfleckenmergel tupfig verteilte Farben herrschen vor. Ich vermute, daß das frische Muttergestein dunkelgrau-blaugrau getönt war.

Ähnlich den Flyschkieselkalken, in die sie übrigens durch Zunahme des Kieselgehaltes unmerklich übergehen, sind die Flyschmergelkalke von einem System feinsten Haarklüfte durchsetzt. Dies ist der Grund, weshalb das spröde Gestein beim Anschlag gern in rhomboedrische Stücke bricht. In den meisten Fällen läßt aber erst die Verwitterung das vielfältige Kluftsystem näher hervortreten.

Alte Bruchflächen zeigen häufig F u k o i d e n (keine Flyschalgen, sondern tierische Tunnelgänge!), vom zierlichen, reich verästelten *Chondrites intricatus* BR. und *Chondrites targionii* BR. bis zum breiten *Ch. affinis* STERNBERG.

Auch unter dem Mikroskop vermag man die durch bituminöse Substanzen und Limonit dunkel pigmentierte, mikrokristalline Grundmasse nicht wesentlich aufzulösen. Einzelne Rekristallisationszentren und Pyritkörner beleben das im ganzen recht eintönige Sch^liffbild.

Viele Flyschmergelkalke erweisen sich als völlig steril, andere bergen einzelne oder gar einen regelrechten Filz von Spongiennadeln (meist ganz oder teilweise verkalkt!), wiederum andere führen Radiolarien. Altersbeweisende Mikroorganismen wurden nicht angetroffen.

Wildflyschbrekzie

Polygene Flyschbrekzien mit ockergelbem Dolomit, Quarz, Glimmerfetzen, Kristallinmaterial usw., wie sie in der Baarburgnagelfluh angetroffen wurden (S. 50), fehlen dem Niveau der bunten RRN oder sind zum mindesten dort nicht häufig.

Hingegen ergab eine Stichprobe im Tiefenbachtobel b. Gersau, wo die hangendste und lange Jahre mit Flysch verwechselte Nagelfluh des Rigimassivs ansteht, «Wildflysch»-Brekzien von stattlicher Größe und ununterscheidbar von solchen des Wäggitales und des Sardonafliesches.

b) Fazieskonvergenzen

Es mag von Nutzen sein, einige Verwechslungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die bei der Bestimmung dieser Oberkreideflysch-Gruppe drohen.

Eine erste Gefahr droht von Seiten der *liasischen Fleckenmergelkalk*e, die in Ausnahmefällen alle kennzeichnenden makroskopischen Merkmale des Flyschmergelkalkes annehmen können (Mikroklüfte, weiße kreidige Verwitterungsringe usw.). Auch dem Dünnschliff (es stehen meist Schwammnadeln gegen Schwammnadeln) kommt dann kein sicherer Entscheid zu. Besonders nachteilig wirkt sich starke Verwitterung auf die primären Unterschiede zwischen beiden Geröllsorten aus.

Ich kenne durch Ammoniten als Lias ausgewiesene Fleckenmergelkalk-Gerölle, die man auf Grund ihrer lithologischen Merkmale durchaus als Flysch ansprechen würde. I. a. aber scheinen die Liasfleckenkalke eher etwas gröberes Korn und vollkommener muschligen Bruch zu besitzen.

In ihren atypischen Gliedern überschneidet sich die Flyschmergelkalk-Gruppe auch mit jener der *Malm-Aptychenkalk*e, vor allem wenn letztere durch Verwitterung gelbliche Verfärbung erlitten haben. In «Flyschmergelkalken», die ich im Handstück nie als Aptychenkalk anzusprechen gewagt hätte, hat der Dünnschliff noch Calpionellen aufgedeckt.

Ähnliches gilt für die Flyschkiesel- bzw. Flyschspongienkalke. Auch hier macht sich (vielleicht weniger im Handstück als vor allem im Schliffbild) weitgehende Angleichung an die *Spongienfazies des Lias* (und des Klippenneokoms) bemerkbar. Unter den Neokom-Kieselkalken FRÜHs (1888, 15; es sind darunter allem nach helvetische Hauterivekieselkalke zu verstehen) darf man zweifelsohne zahlreiche Flyschkieselkalke vermuten.

Auch mit südhelvetischem *Wangkieselkalk* sind Verwechslungen denkbar, die zwar weniger im Chatt als im Torton (mit seinen zahlreichen Schrattenkalken südhelvetischer Abkunft) sich einstellen könnten.

c) Herkunft

Rein auf Grund ihrer lithologischen Fazies lassen sich die angeführten Flyschgeröll-Typen nicht eindeutig heimweisen. Denn da es sich ja beim Flysch um eine Allerweltsfazies handelt, die in der Oberkreide von weit entfernten Meeresräumen eingeschlagen wurde, kommt auch Faziestypen wie Mergelkalken, Kieselkalken usw. ein *weiter paläogeographischer Spielraum* zu.

Um nur ein Beispiel zu nennen: die «gemeine» Fazies des dichten, fukoidenführenden Mergelkalkes ist nicht nur dem Wäggitale- und Schlierenflysch eigen; sie kehrt auch im Sardonaflysch und den Allgäuer Flyschdecken (Piesenkopfalk von KRAUS!) wieder und fehlt auch den ostalpinen Decken der Zentral- und Westschweiz nicht. Genau gleiche dichte Fukoidenkalke kenne ich aus südalpinem Flysch (Balerna)⁸⁵.

Nun wissen wir aber, daß schon im Chatt die südhelvetisch-nordpenninische Flyschdecke bis an den *damaligen Alpenrand* vorgewandert war, wie aus dem Zeugnis der südhelvetischen Nummulitenkalke der Speernagelfluh, der Schlierensandsteine der RRN und der Bäuchlen-Farnernzone unmißverständlich hervor-

⁸⁵ Viel eher darf der eingangs beschriebenen, dolomitreichen Wildflyschbrekzie ein gewisser Leitwert für penninischen Flysch zugemutet werden (z. B. Innerwäggital, wo dichte, graue Fukoidenkalke und derartige polygene Brekzien wechsellagern, Gewährsmann A. OCHSNER: Sardonaflysch).

geht. Umgekehrt haben wir allen Grund zur Annahme, daß im Rückland des Rigischuttfächers die Simmendecke mit ihrem mächtig entwickelten Oberkreideflysch eine bedeutsame Rolle spielte. Wir gehen also nicht weit fehl, wenn wir in erster Annäherung die genannte Flyschgruppe auf diese beiden Schubmassen aufteilen. Es wird Sache zukünftiger Forschungen sein, hier zu einem vertiefteren Bilde zu gelangen.

6. Tertiär

Wenn wir auch die Großgruppe der «Flyschgerölle» ganz allgemein mit ihrem stratigraphischen «Schwergewicht» in die Oberkreide versetzen, so sind wir uns darüber im klaren, daß ein mehr oder minder bedeutender Ausleger der Gruppe noch ins Tertiär hineinragt.

Für die Flyschsandsteine ließ sich dies in vielen Fällen im Dünnschliff direkt beweisen dank der Anwesenheit von Nummulitentrümmern (im Verein mit Lithothamnien, Globigerinen usw.). Ohne Spezialstudien vorgreifen zu wollen, sei hier doch die Vermutung vorweggenommen, daß die Restgruppe der tertiären Flyschgerölle herkunftsmäßig nicht mehr heterogen ist, sondern gesamthaft aus dem südhelvetisch-nordpenninischen Bereiche stammt. Für südpenninisches oder gar ostalpines Nummulitentertiär im Raume der Schweizeralpen sind meines Wissens bisher keine stichhaltigen Argumente laut geworden⁸⁶.

Im einzelnen ist hier noch vieles klarzustellen. An dieser Stelle möchte ich vorläufig nur zwei einzelne, aber aufschlußreiche und zahlenmäßig recht gut vertretene Gerölltypen zur Sprache bringen. Es sind dies: A) die Oelquarzite und B) die Schlierensandsteine.

A. Gruppe der dunkelgrünen Oelquarzite

Glaukonitquarzite

Dunkelgrüne, klingend harte, spröde Quarzite mit splittrig-muscheligem Bruch und öligem Glanz auf der Bruchfläche. Dem unbewaffneten Auge erscheinen sie absolut dicht, homogen. Die Einzelsplitter sind schneidend scharf und kantendurchscheinend. Mit HCl1 zeigt das Gestein keine Spur von Reaktion.

Die Oelquarzitgerölle geben sich schon rein äußerlich durch ihre dunkelkirschrote, eischüssige Verwitterungshaut und die glatte Gerölloberfläche zu erkennen. Nicht minder verräterisch ist die prismatische Form, die von einer «latenten» parallelepipedischen Klüftung bestimmt wird, nach der die spröden Gerölle bei Transportbeanspruchung aufspalten. Auf Abb. 2, 3 sind solche parallelepipedische, kaum kantengerundete Brocken den Form- und Rundungsbildern der Glimmerschiefer gegenübergestellt worden.

Dünnschliff: Hauptkomponenten sind Quarz und Glaukonit. Ersterer tritt in zwei Erscheinungsformen auf: Einmal als winzige, hervorragend gleichkörnige (Mittelkorn 0.08—0.1 mm) und z. T. undulöse Quarze und dann als (spärlicher) Lückenzement. Hin und wieder stehen die Quarze in direkter Kornberührung und verzahnen sich leicht nach Art eines kontaktmetamorphen Marmors, oder sie besitzen einen Rand von neugebildetem Quarz, wobei der Anwachsrand mit dem Mutterkorn einheitlich auslöscht, d. h. mit ihm die gleiche optische Orientierung teilt.

Auch der Glaukonit tritt in zweierlei Gestalt auf. Feinster pigmentärer Glaukonit durchsetzt das ganze Gestein und ist auf Fugen und Verwachsungsrändern angereichert. Ihm in erster Linie hat das Gestein seine prachtvolle Grünfärbung zu verdan-

⁸⁶ Das von TERCIER (1942) namhaft gemachte Vorkommen von Estavannens im S von Bulle macht, falls es sich tatsächlich um Flysch der Préalpes médianes und nicht um «Ultraschuttkomplex» der Externzone handelt, allerdings eine bemerkenswerte Ausnahme.

ken. Daneben fehlt es auch nicht an größeren rundlichen Glaukonitkörnern, die in den von den Quarzen ausgesparten Zwickeln liegen.

Einzelne Biotitflitter, z. T. schön idiomorphe Pyrite mit limonitischen Höfen und dunkel umsäumte Zirkone runden das Bild ab.

Mikrofossilien sind mir in dieser typischen Ausbildung des Oelquarzites nie zu Gesicht gekommen.

Abarten: Oft gehen die Oelquarzite des massigen Charakters (und damit des schönen Muschelbruches) verlustig. Es stellen sich Anzeichen von Schichtung und Spuren von kalzitischem Bindemittel ein (leichtes Aufbrausen mit HCl !).

Oder die dichten Oelquarzite vom klassischen Habitus vergrößern ihr Korn, bis einzelne Quarzkomponenten und vereinzelte sonstige Gesteinssplitter (u. a. ockergelbe Dolomite) schon von bloßem Auge sichtbar werden. Es handelt sich dann um vermittelnde Übergänge zum nächstfolgenden Typus.

Hellgrüne (sog. «ölgrüne») oder graue Farbvarietäten kenne ich aus der RRN nicht aus eigener Erfahrung. Dagegen liegt in der Belegsammlung FRÜH ein grauvioletter Oelquarzit mit allen sonstigen Merkmalen der dunkelgrünen Normalfazies (muschliger Bruch, dichtes Korn, öligler Glanz).

Dunkelgrüner Quarzsandstein

Grobkörniger Quarzsandstein mit der charakteristischen, dunkelgrünen Farbe und dem öligen Glanz der vorgenannten Oelquarzite. Neben groben Quarzen sind kräftig verwitterte Gesteinstrümmer und Glimmerfetzen am Aufbau beteiligt. Die grünlich gefärbte Grundmasse zeigt stellenweise blutrote Verwitterungsschlieren und reagiert mit HCl , enthält also Kalk.

Anschliff: Eckige bis schwach verrundete, wasserklare und milchig-trübe Quarze werden von einer grünlichen Bindemasse verkittet. Diese ist reich an pigmentärem und grobkörnigem Glaukonit. Auch ferritisches Rotpigment (wohl vorwiegend Hämatit) hebt sich stellenweise stark heraus. Andere klastische Komponenten sind selten (undefinierbare Kalke, Dolomite, Feldspäte).

Wider Erwarten ließen sich in einem Fall im Bindemittel Foraminiferen sicherstellen, u. a. ein recht gut erhaltenes Gehäuse eines mikrosphärischen *Nummulites* mit Analogien zu *Nummulites incrassatus* DE LA HARPE und dazu Lithothamnien. Damit ist vortertiäres Alter für das betreffende Geröll ausgeschlossen.

Dunkelgrüne Quarz-Dolomit-Kalk-Brekzie

Sie hat mit vorigem Typus Farbe und Glanz gemeinsam, zeigt aber noch stärkere ferritische Rotfärbung und psephitisches Korn.

Anschliff: Hauptkomponenten sind fettglänzende, grünlich pigmentierte Quarze, dichte gelbe Dolomitbrocken, rot verwitternde Feldspatleisten und graue-grauweiße Kalke, welche letztere infolge Infiltration nicht selten einen roten Schimmer aufweisen. Es könnte sich dem Habitus nach sehr wohl um pelagische Turonkalke vom Typus Leimern usw. handeln. Die Grundmasse selbst ist feinklastisch, quarz- und kalzitreich und führt grobe Glaukonitkörner.

Intensive Färbung durch blutrotes, ferritisches Pigment verleiht dem Gestein im Anschliff ein dekoratives Aussehen.

Von den angeführten Geröllarten tritt der an erster Stelle genannte, eigentliche Oelquarzit weitaus am häufigsten auf. Er darf mit unter die Charaktergerölle der bunten RRN gezählt werden.

Alter und Abstammung. Da die ganze Oelquarzitgruppe einen faziell und genetisch durchaus einheitlichen Eindruck macht, muß das durch *Nummulites* sp. bezeugte Tertiäralter eines Gruppenangehörigen folgerichtig auf die ganze Gemeinschaft ausgedehnt werden. Wenigstens sehe ich keine Berechtigung, an meiner früheren Vermutung von Oberkreidealter festzuhalten.

Damit entfällt auch die Möglichkeit, die *Simmendecke* als Heimatgebiet der Oelquarzite anzunehmen, da dort, wenn nicht alles trügt, die Sedimentation noch vor Ende der Oberkreide erloschen ist.

Auch die Faziesanklänge zu den Gaultquarziten des Unterostalpins — sie spielen bei der Ableitung der ostschweizerischen Oelquarzitgerölle eine gewisse Rolle, vgl. CADISCH 1923, 1930 — müssen nicht weiter verfolgt werden. Sie sind übrigens, wie Vergleiche mit feinkörnigen dunkelgrauen Gaultquarziten der Falknisdecke ergaben, nicht so eng, wie man erwarten möchte.

Nun gibt es Oelquarzite auch im heutigen Alpenrandflysch, und zwar vorzugsweise im tektonischen Stockwerk des priabonen «Wildflysches», das von der Sattelzone der Westschweiz bis in die Zentralschweiz verfolgbare ist, wo der Priabonflysch bekanntlich auf turonen Leimernkalk transgrediert. Auch der ölquarzitreiche «rote Flysch» der Amdenermulde (Habergschwendbach), aus dem ARN. HEIM die Oelquarzitgerölle der Speernagelfluh bezieht (1910, 32, 71), ist als östlicher Ausleger dieses Priabonflysches zu betrachten (frdl. mündl. Mitt. von Prof. LEUPOLD). Und es ist wohl nicht bloßer Zufall, daß mit den priabonen Oelquarziten auch glaukonitreiche, grüne Sandsteine und polygene Brekzien zusammengehen, die ihrem lithologischen Aspekt durchaus mit dem oben beschriebenen Oelquarzit-Gefolge übereinstimmen (Urteil Prof. LEUPOLD).

Dies und der vorhin genannte mikropaläontologische Zeuge in Form eines Nummuliten bestimmen mich, das Abbild der gesamten Oelquarzit-Geröllgruppe in den äquivalenten Gesteinen des priabonen Wildflysches des südhelvetisch-nordpenninischen Faziesgebietes zu sehen.

B. Schlierensandsteine

Aus der Unzahl der nichtssagenden Flyschsandsteine sticht ein in ziemlich zahlreichen Geröllen vertretener Sandsteintypus heraus, der angesichts seiner offenkundigen Beziehungen zum südhelvetischen Schlierensandstein besondere Aufmerksamkeit verdient.

Es handelt sich um einen groben, hell- bis dunkelgrauen, quarzreichen Kalksandstein von sehr unausgeglichem Korn und mit vielfältigen Übergängen gegen feine bis mittelkörnige Konglomerate und Brekzien, wobei einzelne Komponenten bis Nußgröße erreichen können. Durch Verwitterung erleiden sie starke Ausbleichung der ursprünglich dunkleren Graufarbe oder noch häufiger schmutziggraugelbe bis strohgelbe Verrostung.

An klastischen Komponenten lassen sich von bloßem Auge oder doch mindestens im Anschliff feststellen: Graubläuliche und milchige Quarze (Hauptbestandteil), weiße Quarzite, dichte, dunkle Kalke, seltener Dolomite und große, runde Glaukonitkörner. Bezeichnend ist das häufige Auftreten von z. T. roten Feldspäten, zu denen sich gelegentlich Brocken von roten Graniten gesellen, die den roten Graniten der Riginagelfluh überaus ähnlich sehen. Hin und wieder stößt man auf Gerölle, die den Eindruck eines regelrechten Granitgruses erwecken.

Mehrfach konnten Discocyclinen und kleine Nummuliten nachgewiesen werden, eine Assoziation, aus der Alttertiär spricht. Als treuer und meist schon von bloßem Auge faßbarer Begleiter hat Lithothamniendetritus zu gelten.

Nachfolgend sei die Dünnschliffbeschreibung eines typischen, mikrofossilführenden Gerölles gegeben:

Quarzreicher Kalksandstein. — Rigi-Dossen, Schl. 67ab

Erstaunlich frisches Blockgeröll, über $\frac{1}{2}$ m groß, dunkelgrau, mit makroskopisch erkennbaren Discocyclusen und groben Brocken vom Typus der Rigi-Granite.

Dünnschliff: Im reichlichen Kalzitbindemittel liegen locker eingestreut eckige, glasklare Quarztrümmer, einzelne Quarzite, Feldspäte (u. a. Albit mit schöner Zwillingsstreifung), Biotitflitter und tiefgrüne, pleochroitische Glaukonitkörner.

Mikrofossilien sind zahlreich vorhanden, vor allem Lithothamnien (an ihrer milchweißen Farbe schon makroskopisch kenntlich!), dann aber auch Foraminiferen (winzige, makrosphäre, gepfeilte *Nummuliten*, *Discocyclina* sp., Miliolidae, *Textularia* sp. und rotaliaähnliche Formen). Dazu kommen Bryozoenäste, Echinodermentrümmer und Bivalvenbruchstücke. Aus dem Paar *Nummulites-Discocyclina* spricht paleozän-eozänes Alter. Miscellaneen wurden nicht beobachtet.

Selbstverständlich kann auch hier nur wieder der Typus in seiner normalen, charakteristischen Ausbildung gefaßt werden. Die ihm zweifellos auch zukommenden, charakterlosen (feinkörnigen, sandigkalkigen oder kieseligen!) Begleitgesteine lassen sich aus der Großgruppe der atypischen Flyschgesteine vorderhand nicht abspalten.

Heimatgebiet. Die Frage nach der Herkunft der beschriebenen Sandsteine läßt sich mit erfreulicher Sicherheit beantworten. Alle mikrofaunistischen und lithologischen Merkmale deuten auf enge Beziehungen zum Schlierensandstein hin, der ja im unmittelbar benachbarten Rückland des Rigi noch heute seine Hauptverbreitung besitzt. Die faziellen Gemeinsamkeiten erstrecken sich auch auf das gelegentliche Auftreten von aufgearbeitetem, rotgranitischem Material, während grünlische Granite beharrlich fehlen (vgl. auch S. 74).

Als Kronzeuge in dieser Angelegenheit dürfen wir F. J. KAUFMANN anrufen, der über eine unvergleichliche Kenntnis von Schlierenflysch und zentralschweizerischer Molasse zugleich verfügte. Nach seinem Urteil — er zitiert weit über ein Dutzend Fundpunkte! — sind Schlierensandstein-Gerölle im ganzen Nagelfluhgebiet zwischen Aare und Reuß eine alltägliche Erscheinung. Für die RRN faßt er seinen Eindruck wie folgt zusammen (1872, 346):

«Im Gebiet des Rigi und Roßberges kommen viele Gerölle vor, die einem feinkörnigen grauen Schlierensandstein ähnlich sehen; nummulitenführende Stücke sind zwar bis jetzt nicht beobachtet worden, dürften sich aber doch wohl finden lassen.»

Diese Voraussage ist nun in Erfüllung gegangen.

Massenhaft Schlierensandsteine haben übrigens (vgl. unten) auch die chattischen Nagelfluhfächer des Entlebuch geliefert. Es ergibt sich daraus der baugeschichtlich bedeutungsvolle Schluß, daß die nordpenninische Schlierenmasse schon in chattischer Zeit dem Abtrag teilweise offen lag. Die gelegentlich beträchtliche Größe der Schlierensandsteine (bis über 1 m große Gerölle im Gebiet der Heubodennagelfluh, NW des Pilatus, KAUFMANN 1886, 381) spricht für alpenrandnahe Lage der gerölliefernden Schlierenmasse.

Zur Verbreitung der Schlierensandstein-Gerölle

Wenn man auf die Angaben von KAUFMANN abstellt — und wir haben keinen triftigen Grund ihnen zu mißtrauen, um so mehr als KAUFMANN mit der Fazies des Schlierenflysches vertraut war wie kein zweiter — so muß dem Schlierensandstein in der Nagelfluh zwischen Reuß und Aare ganz allgemeine Verbreitung eingeräumt werden, und zwar vom Chatt bis hinauf ins Napf-Torton.

Zeugnisse liegen vor: Für die Heubodennagelfluh (Chatt), dem westlichsten Ausläufer des Rigi-fächers (KAUFMANN 1886, MOLLET 1921, 49), die Farnernagelfluh (Chatt, KAUF-

MANN 1886, 391), die Looseneggnagelfluh (Mittelstamp, 1886, 502), ferner für die ganze Napfnagelfluh, die Basisbank im Renggloch und bei Ebikon (1872, 346). Charakteristische Kennmale sind nach KAUFMANN u. a. Gehalt an kleinen Nummuliten und rote Granitkomponenten vom Typus der roten Granitgerölle der Nagelfluh.

An Sammlungsmaterial von H. H. RENZ aus der Heubodennagelfluh, der Stampbachnagelfluh (Blumen) und vom Napfgipfel kann ich die Angaben von KAUFMANN bestätigen. Schlierensandstein beherbergt auch die Basisnagelfluh des Burdigals S Zug.

Unverkennbare Schlierensandsteine als Komponenten der Molassenagelfluh stellen sich also gerade dort ein, wo wir sie auf Grund unserer heutigen Kenntnis über die Verbreitung dieser Sandsteinfazies erwarten müßten, nämlich im Vorland der mächtigen Schlierenflyschmasse. Diese Kongruenz darf man wohl dahin deuten, daß der Schwerpunkt der Schlierensandstein-Entwicklung von jeher im Sektor der Zentralschweiz gelegen hat.

C. Nummuliten-Lithothamnienkalke

Es ist mir nicht gelungen, im Niveau der bunten RRN Nummuliten- oder Lithothamnienkalke aufzufinden. Bei zahlenmäßig irgendwie nennenswertern Auftreten wären sie mir schwerlich entgangen, da meine ganze Aufmerksamkeit darauf gerichtet war. Auch meine Vorgänger (BAUMBERGER, ESCHER-HESS, FRÜH, KAUFMANN) scheinen in dieser Hinsicht wenig Glück gehabt zu haben.

Damit stellt sich die Riginagelfluh, ja die ganze Molasse zwischen Reuß und Aare⁸⁷, in auffälligen Gegensatz zur Nagelfluh der Ostschweiz, wo (wie wir S. 53 gesehen haben) Abkömmlinge südhelvetischer Nummuliten-Lithothamnien-Riffe (Einsiedlerfazies!) vom Rupel beharrlich bis ins hohe Torton durchgehen. Es geht nicht an, den Grund für diesen vorerst etwas befremdenden Unterschied darin sehen zu wollen, daß geröllliefernde südhelvetisch-nordpenninische Schubmassen zur Molassezeit dem Sektor der Zentralschweiz völlig gefehlt hätten. Demgegenüber reden die zahlreichen Gerölle vom Typus des Schlierensandsteins eine allzu deutliche Sprache.

Viel eher haben wir m. E. die Ursachen für das Ausbleiben von «Einsiedler»-Geröllern in den primär-stratigraphischen Verhältnissen zu suchen.

Bekanntlich kommt die Einsiedlerfazies schon im Querschnitt des Rigi — dank dem Umstand, daß die Fazieslinien des helvetischen Tertiärs den Deckengrenzen nicht parallel gehen, sondern sie in NE-SW-Richtung queren — sehr weit nach Süden zu liegen und gerät weiter westlich in den Bereich der Priabontransgression, von der sie anscheinend völlig «aufgezehrt» wurde. Nur noch aufgearbeitete Gerölle im priabonen «Wildflysch» der Leimerngegend geben von ihrer primären Anwesenheit in diesem «ultrahelvetischen Raume» Kunde. Es ist sehr wohl möglich, daß in weitgehend vormolassischer Erosion einer der wesentlichsten Gründe für das so gut wie völlige Fehlen⁸⁸ südhelvetischer Nummulitenkalke im Raume der Zentralschweiz zu suchen ist.

⁸⁷ Wenn wir von der Kaltbachnagelfluh im Gebiet der Honegg (ob. Emmental), die ihrem ganzen Auftreten nach eine Sonderstellung einnimmt, absehen, wird nur ein einziger organogener Flyschkalk erwähnt, nämlich ein «Wängenkalk» (obercozäner Lithothamnienkalk aus den Stadschiefern) in der Austernnagelfluh des Helvets von Reiden (S Zofingen, KAUFMANN 1872, 345).

⁸⁸ Wie erwähnt macht möglicherweise der Geröllbestand der Kaltbachnagelfluh (offenbar ein nur vom Flyschalpenrand genährter Lokalschotter, vgl. HABICHT 1945, 138) hierhin eine Ausnahme (HAUS 1937, 13). Ohne Spezialuntersuchung ist aber nicht zu entscheiden, ob es sich hier tatsächlich um Abkömmlinge der Einsiedlerfazies, des Lutets oder gar des priabonen Wildflysches handelt.

D. Taveyannazsandstein

Schon ESCHER-HESS (1907, 41) und dann wiederum BAUMBERGER (ALB. HEIM 1919, 49) haben aus der Riginagelfluh Funde von Taveyannazsandstein, dieser Charakterfazies des Nordhelvetikums gemeldet. Außerdem liegt in der FRÜHschen Geröllsammlung ein Taveyannazsandstein (Nr. i 602) der von ARN. ESCHER unterhalb des Rigikulms gefunden wurde⁸⁹.

Ein Fund meinerseits (1942, 242) schien mir das sporadische Vorkommen zu bestätigen.

Nun hat aber schon ESCHER-HESS die Beweiskraft seines Gerölles (Fundort: Goldauschutt) durch den Hinweis auf womöglich glaziale Herkunft empfindlich abgeschwächt. Auch das Stück von ESCHER VON DER LINTH ist diesbezüglich nicht über alle Zweifel erhaben, da der Fundort Verschleppung aus Moräne zumindest nicht ausschließt. Auch das von mir gefundene Taveyannazgeröll habe ich nicht direkt aus anstehender Nagelfluh herausgelöst. Nachdem ich mir den Fundort nochmals mit wacher Kritik angesehen habe, komme ich zum Schluß, daß (trotz idealer Rundung und intensiver Verwitterung) glaziale Deutung nicht unmöglich ist. Schwer fällt vor allem ins Gewicht, daß die Gerölloberfläche keine Spuren von anhaftendem Bindemittel zeigt (was übrigens auch für das Fundstück von ARN. ESCHER gilt). So bleibt also nur mehr die nicht näher umschriebene und von ALB. HEIM weitergegebene Fundmeldung BAUMBERGERS.

Nachdem nun der Verdacht glazialen Ursprungs auf allen bisher genannten Taveyannazgeröllen der RRN ruht, liegt es im Interesse der Sache, keine weittragenden Schlüsse an diese Zitate zu knüpfen und ihre Verifizierung von einem völlig einwandfreien in Situ-Fund abhängig zu machen.

7. Zusammenfassung für die bunte RRN

Die petrographische Analyse der bunten RRN erlaubt nach dem heutigen Stande des Wissens folgende Aussage:

Der Hauptabtrag in chattischer Zeit lag, wenigstens im Querschnitt der Zentral-schweiz, noch über der Klippendecke im Niveau der Simmendecke und, wenn wir uns die Anschauungen von STAUB (1937a, 1937b, 1942) über die Eingliederung dieser Einheit zu eigen machen, mindestens im Mitteloostalpin.

Ja man dürfte vielleicht außer der Simmendecke sogar noch höhere ostalpine Einheiten für die Gerölllieferung haftbar machen, doch ist die Faziesentwicklung im tiroliden Raum so konvergent, daß wir kaum Hoffnung haben, einen solchen Anteil je abtrennen zu können (vgl. auch Tab. 4, S. 112).

Anwesenheit unterostalpiner Schichtglieder ist durch Klippenmalm einwandfrei bezeugt, nicht aber durch Kristallin, wie verschiedenenorts ausgesprochen wurde. Mit Err-Bernina-Gesteinen vergleichbare kristalline Deckenkerne werden von der Erosion erst im Aquitan (Hohronen) geschleift.

⁸⁹ Die offenbar von ARN. ESCHER eigenhändig geschriebene Fundetiquette lautet: «Geschieb aus der Nagelfluh. Taviglianaz Sandstein. Unter Rigikulm». Auf dieses Geröll bezieht sich CADISCH 1923. Nach Ausweis des hergestellten Dünnschliffes handelt es sich um einen sicheren Taveyannazsandstein (was mir Spezialkenner wie Dr. F. DE QUERVAIN-Zürich, DR. W. BRÜCKNER-Basel und Dr. M. VUAGNAT-Genf liebenswürdig bestätigt haben) und nicht um ein melaphyrartiges Eruptivgestein, wie von anderer Seite eingewendet wurde (vgl. CADISCH 1923).

Stufe	Autochthon und Helvetische Decken	Südhelvetische-penninische Flyschdecke	Unterostalpin (inkl. Klippendecke)	Simmendecke und Oberost- alpin
Alttertiär		Ölquarzite dunkelgrün Polygene Brekzien Schlierensandstein		
Oberkreide		Sandkalke Spongienkalke Sandsteine	F l y s c h ?	Mokausakonglomerate Feinbrekzien Glaukonitsandsteine Cenoman- Flysch
Neokom (inkl. Gault)	n i c h t v e r t r e t e n	Tristelbrekzie s. s. <i>vermutliche Abscherung</i>	?	Schrattenurogen? (s. s.)
Malm			Klippenmalm: Onkolithe, Oolithe, dichte Kalke	Aptychenkalk: grauweiß, grün-rot Radiolarit: rot, grün
Lias-Dogger			?	bunte Liaskalke (Hierlatz, Adneth) dunkle Kieselkalke (mit Hornsteinen) Fleckenmergelkalke (mit Liasammoniten)
Rät				Oberriätkalk?
Nor			Kössener Lumachellen, Korallenkalke	
Anis-Carn			Zuckerkörnige Dolomite	dunkle Arlbergkalke
Permowerf				Buntsandstein (s. s.) rotgranitische Verwitterungs- brekzien
Kristallin	L e g e n d e : s. s. = sehr selten ? = möglicherweise vorhanden, aber noch nicht fest- gestellt. — = im betr. Faziesbereich wohl primär fehlend		(Err-Bernina-Krist. fehlt!)	rote Granite, Granitporphyre grünviolette und dunkelgraue Quarzporphyre dunkle Glimmerschiefer Gangquarze Flasergneise

Tab. 5. Geröllinventar der Bunten Rigi-Roßberg-Nagelfluh

Daneben hat auch die (südhelvetisch)-penninische Flyschdecke, die damals bereits in unmittelbarer Alpenrandnähe lag, *Leitgerölle* in die RRN entsandt (Schlierensandstein, priabone Brekzien und Oelquarzite), während helvetische Kreide und Nummulitenkalke vom Typus Einsiedeln bis jetzt beharrlich fehlen.

Eine Geröllgesellschaft, die dem Gesamtcharakter der bunten RRN gerecht werden wollte, müßte somit etwa die Geröllarten von Tab. 5 in sich vereinigen.

8. Alpiner Ausblick: Zur Stellung der Simmendecke im ostalpinen Querprofil

Es ist kein bloßer Zufall, daß die besterhaltenen und namengebenden Relikte der Simmendecke sich gerade vor der achsialen Senke zwischen Aar- und Montblanc-Massiv finden. Hier blieben sie dank ihrer Tiefenlage mitsamt dem gewaltigen Block der *Préalpes médianes* beim Hochstau der Zentralmassive vor gänzlichem Abtrag notdürftig verschont. Noch in chattischer Zeit nahm, wie aus der Zusammensetzung der Riginagelfluh herauszulesen ist, die Simmendecke in der Zentralschweiz eine recht starke Stellung ein. Ein winziger Zeuge dieser ausgedehnten Schubmasse ist uns ja am *Roggensstock* bei Iberg noch überliefert, wobei günstige Lage im achsialen Tiefpunkt der großen randalpinen Decken-Längsmulde wieder entscheidend zur Erhaltung beigetragen hat (vgl. dazu wie auch für das folgende stets Taf. 4.)

Wenn aber der Simmendecke als tektonische Einheit wirklich regionale Bedeutung zukommt — und das wird ja nicht zuletzt durch ihre Relikte bezeugt, die heute vom Chablais (GAGNEBIN 1939) bis in die Zentralschweiz durchgehen —, dann sollte sie in gleicher alpenrandnaher Lage auch noch weiter östlich faßbar sein, spätestens jenseits des Rheinquertales, wo die tektonischen Achsen des alpinen Baues unaufhaltsam in die Tiefe sinken und immer höhere Deckenelemente in Erscheinung treten.

Einer Gleichsetzung der Simmendecke mit dem Element der *Falknis-Sulzfluhdecke*, die sich am Rätikon über die südhelvetisch-penninischen Flyschmassen spannt, stehen schon faziell unüberwindbare Schwierigkeiten entgegen. Erst mit dem nächsthöheren Stockwerk, der *Aroserschuppenzone*, stellen sich Anklänge an die Simmendecke ein, deren Stratigraphie: Hauptdolomit, Lumachellenrät, Lias in Kiesel- und ammonitenreicher Fleckenmergelkalkfazies, Radiolarit, Aptychenkalk, Cenomanflysch mit Mokauskonglomeraten und -feinbrekzien wir vorstehend aus ihrem Abfallschutt in der RRN ermittelt haben. Tatsächlich hat es nicht an Stimmen gefehlt, die in den ophiolithführenden Radiolarit-Aptychenkalk-Schubspänen an der Basis der Allgäu-Lechtaldecke und der Silvrettamasse das Abbild der Simmendecke zu erkennen glaubten. Daraus ergab sich, je nach Standpunkt, eine unterostalpine (CADISCH 1934, RÖSLI 1944, 377 f.) oder mittelostalpine Abstammung (STAUB 1937b, 138; vgl. auch Fußnote 91a, S. 128).

Wenn wir aber, vorerst ganz unbeschwert von irgendwelchen tektonischen Bedenken, den Schichtenvergleich auch auf die eigentlichen *Kalkalpen* ausdehnen, und vorab deren Stimelement, die *Allgäuschubmasse*, auf ihre fazielle Verwandtschaft zur Simmendecke hin durchsehen, so machen wir die überraschende Feststellung, daß sich hier die faziellen Analogien förmlich überbieten (Tab. 4, S. 112).

Hier wie dort erscheint gewissermaßen als «Rückgrat» der stratigraphischen Serie das Schichtenpaar Radiolarit (unten)-Aptychenkalk (oben). Beiderorts geht der Aptychenkalk ins Neokom hinein und wird von transgredierendem *Cenomanflysch* eingedeckt. Mit dem Faziesumschlag von pelagischer Planktonfazies in orogene Flyschfazies erscheinen auch in der Allgäudecke (vornehmlich gegen ihren

Stirnrand zu, vgl. M. RICHTER 1937) Sandsteine, Feinbrekzien und — grobe Konglomerate, die hinsichtlich Geröllbestand (Aptychenkalk, Radiolarit, Hornstein) und Rundungsgrad⁹⁰ nach den vorliegenden Beschreibungen geradezu als Doppelgänger der Mokauskonglomerate anmuten.

Auch das Cenoman der Allgäudecke ist orbitolinenfreundlich und die artlichen Unterschiede der zitierten Faunen (Allgäudecke: *Orbitolina concava* LAM., Simmendecke: *O. plana* D'ARCH., *O. mamillata* A -*conica* B D'ARCH.) bedeuten angesichts der immer noch herrschenden Unsicherheit in der Orbitolinentaxonomie nicht viel. In den reichen, aus Schnecken, Muscheln und Korallen bestehenden Cenomanfaunen der Bayerischen Alpen liegt ein genaues Gegenstück zu den cenomanen Fossilien des Torrent de Nairvaux (Simmendecke der Westschweiz) vor, deren Beschreibung wir A. JEANNET (1918) verdanken⁹¹.

Aber der Analogien sind noch mehr. Den Fleckenkalk-Geröllen der RRN stellt die Allgäudecke eine (bis 600 m mächtige) unterjurassische Fleckenmergelkalkfazies zur Seite, in der Ammonitenfunde an der Tagesordnung sind. Ihr Schwerpunkt liegt im Lias. Übergänge zu dunklen Kieselkalken sind zahlreich bekannt. Und schließlich darf auch an die klassisch ausgebildete Trias der Allgäudecke erinnert werden, wobei allein der Hauptdolomit Mächtigkeiten bis zu 1000 m erreicht.

Wenn wir also nur auf die Fazies abstellen, so sind die Übereinstimmungen zwischen Simmendecke und Kalkalpenstirn derart, daß sie weder von der Aroser Schuppenzone Mittelbündens, geschweige denn von den unterostalpinen Serien des Oberengadins nur annähernd erreicht werden.

Um bei diesem, auf bloßem Literaturstudium gründenden Faziesvergleich nicht das Opfer einer Art «Autosuggestion» zu werden, unterbreite ich eine typische Geröllgesellschaft der bunten RRN einem Kenner kalkalpiner Stratigraphie zur Begutachtung. In liebenswürdiger Weise hat Prof. M. RICHTER-Berlin trotz den schwierigen Zeitverhältnissen diese Arbeit auf sich genommen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle verbindlichst danken möchte. Es mag von Interesse sein, sein Urteil hier etwas ausführlicher darzulegen. Ich zähle die begutachteten Gerölle im folgenden einzeln auf und gebe den Befund RICHTERS in leicht gekürzter Fassung wieder (Anführungszeichen!):

⁹⁰ Für das Gebiet des Randcenomans (Cenomanstreifen an der Stirn der Allgäudecke) darf die meist hervorragende Abrollung dieser Konglomerate geradezu als diagnostisches Merkmal gegenüber den benachbarten Flyschbrekzien der penninischen Oberstorferdecke angesehen werden (MÜLLER-DEILE 1940).

⁹¹ Dieser Zusammenhang wird ja besonders dadurch unterstrichen, daß JEANNET die Cenomanfauna vom Torrent de Nairvaux mit der Fauna des Laberberges bei Oberammergau in Beziehung bringt. Das ist aber in der Folge etwas mißverstanden worden, indem man die Oberkreidefauna des Laberberges kurzerhand mit jener von Gosau gleichsetzte. Eine derartige Vermengung kann aber sicher nicht in der Absicht des genannten Autors gelegen haben. Die Fauna des Laberberges ist cenoman und gleichaltrig mit den von JEANNET vergleichsweise herangezogenen Faunen von St. Laurent (Basses Alpes) und aus den Sables du Maine (Pariserbecken), wie ja die Neubearbeitung durch SCHLOSSER (1924) wiederum bestätigt hat. Die Gosau hingegen ist stets senon. Sie beginnt an der Typuslokalität im Gosautale mit dem Coniac.

Es ist natürlich in gleicher Weise verfehlt, wenn man schweizerischerseits vorgosauische und vorcenomane Gebirgsbildung in einem Zuge nennt und sie für ein und dasselbe hält. Der Schauplatz vorgosauischer Bewegungen liegt im Turon (subherzynische Phase), jener der vorcenomanen im Gault (austriische Phase). Eben diese letztere Phase ist es, welche sich nun auch im westalpinen Bereich immer deutlicher abzuzeichnen beginnt, vor allem einmal in der Simmendecke, dann aber auch im Unterostalpin des Oberengadins und (in großem Umfang) im Penninikum (STAUB 1937b, 112 ff.). Es scheint ganz so, als ob die austriische Phase, ähnlich wie in den Karpathen und Pyrenäen, als erste Hauptfaltungsphase nicht nur der Ostalpen, sondern auch der Westalpen zu gelten hat.

Roter Rigigranit: «Schwierig unterzubringen. In Oberkreide und Unter-
eozän der ostalpinen Flyschzone gibt es viele rote Feldspäte und auch Granitbrocken, die
allerdings vom Norden der Flyschzone eingeschwemmt wurden.»

Glimmerschiefer: «am ehesten noch ein Zusammenhang mit den Glim-
merschiefern des Retterschwangtales im Allgäu an der Basis der Allgäudecke.

Fleckenmergelkalk: «Typischer Liasfleckenkalk der Allgäu- oder Lechtal-
decke. Ammoniten in den Nördlichen Kalkalpen in dieser Fazies relativ häufig.»

Weißer, dichter Kalk: «Völlige Übereinstimmung mit der «Biancone-
fazies» unserer höheren Aptychenschichten.»

Grobes, typisches Mokauskonglomerat: «könnte nach Aus-
sehen und Inhalt ebensogut aus dem Kalkalpenrand zwischen Allgäu und Schliersee
stammen.»

Feinere, dolomitreiche Brekzien: «Übereinstimmung mit den Brek-
zien des ostalpinen Cenomans nicht mehr ganz so groß..., aber unwesentlich, da diese
Brekzien im Ostalpinen selbst recht verschieden aussehen können. Doch findet die Son-
derfazies mit den vielen Jurakomponenten (Radiolarit, Aptychenkalk usw.) mühelos völlig
identische Gegenstücke in der ostalpinen Randzone.»

Gesamteindruck: «Die mir zugesandten Steine lassen sich, wie Sie vermuten,
sehr gut auf die Allgäu-Lechtaldecke beziehen..., die Mokausagehälle aus der Molasse
stimmen weitgehend mit dem ostalpinen Cenoman überein.»

Dieses Urteil eines erfahrenen Kalkalpengeologen bestätigt, daß wir uns keine
Übertreibung zuschulden kommen ließen, als wir die faziellen Gemeinsamkeiten zwi-
schen Simmendecke und Kalkalpen als sehr weitgehende bezeichneten. Es ist auf-
fallend, daß der Gedanke eines ursprünglichen Zusammenhanges dieser beiden
Einheiten bisher nicht tiefere Wurzeln fassen konnte.

Man wird mir — und zwar mit einem gewissen Recht — die Vernachlässigung
wichtiger tektonischer Gesichtspunkte zum Vorwurf machen können.

Es wäre da aber zunächst einmal zu erinnern, daß die oben formulierte Auffassung
der Deckenzusammenhänge an ältere Vorstellungen anknüpft, wie sie u. a. von
A. JEANNET (1922, 670) und R. STAUB (1924, 162) unter dem Eindruck des
fossilführenden Cenomans der Simmendecke vertreten wurden. Einen oberostalpinen
Zeugenberg will man übrigens auch noch heute in der rätselhaften, aus Hauptdolomit
bestehenden «Oberen Schuppe» bei Iberg sehen. Allerdings könnte es sich hier auch
einfach um eine Verschuppung innerhalb der Simmendecke handeln, wobei Haupt-
dolomit über deckeneigenes höheres Mesozoikum zu liegen kam.

Wenn man heute von einer oberostalpinen Abkunft der Simmendecke zugunsten
einer mittelostalpinen oder gar unterostalpinen abgekommen ist, so läßt sich dazu
bemerken, daß auch diese Deutungen nicht ganz frei von Schwächen sind. Die große
Hauptmasse der mittelostalpinen Decken scheint doch im Raume von Arosa zurück-
zubleiben, ohne den Alpenrand zu erreichen. Sieht man aber in der Simmendecke
ein unterostalpines Element, so überrascht die Tatsache, daß kristalline Gerölle vom
Typus Err-Bernina in der bunten RRN völlig fehlen. Und dies, obschon die Simmen-
decke sich über einen eigenen Kristallinkern (rote Granite!) auszuweisen vermag.
Man wird mir die Möglichkeit fazieller Veränderungen in der westlichen Fortsetzung
der heutigen Err-Berninamasse entgegenhalten. Aber gerade aus dem zentralschweize-
rischen Rückland wurden im Aquitan Nagelfluhen geschüttet, welche die Existenz
unterostalpinen Kristallinkerne vom Typus Err-Bernina auch für diesen Alpensektor
eindeutig bezeugen.

Ein gewichtiger Einwand erwächst uns aber gerade aus den geröllkundlichen
Beobachtungen, die im Zusammenhang mit den Mokausagehälle der RRN bekannt
gegeben wurden. Wie kommt es, daß bei angeblich oberostalpinen Heimat der Sim-

mendecke sich in den Mokauskonglomeraten der Zentral- und Westschweiz sichere Malmgerölle finden, die wir offenbar von der Klippendecke zu beziehen haben? Dafür möchte ich in erster Linie eine (auch aus anderen Gründen anzunehmende, vgl. STAUB 1937a) sehr starke primäre Verschmälerung des mittelostalpinen Sedimentationsraumes gegen Westen als Begründung angeben, es sei denn, man würde mit M. RICHTER (1929) die Nördlichen Kalkalpen überhaupt unter die Silvrettaschubmasse hineinziehen, ein Kunstgriff, der aber das schweizerischerseits übliche tektonische Bild von den ostalpinen Decken tiefgreifend modifizieren müßte.

Ergebnis: Das Faziesantlitz der höherostalpinen Geröllgesellschaft der RRN ist doppelgesichtig. Das eine weist zur Simmendecke des Westens, das andere blickt gegen Osten zu den Nördlichen Kalkalpen, insbesondere deren Stirnpartien (Allgäudecke inkl. Randcenoman). Die Gleichung Simmendecke = Nördliche Kalkalpen findet in Biofazies, Petrofazies und Tektonik (randwärtige Lage!) gewichtige Stützen. Die Simmendecke, so wie sie heute vorliegt, wäre dann nichts anderes als die vom Abtrag eben noch verschonte kalkalpine Deckenfront^{91a}.

Weitere und vor allem auch alpingeologische Untersuchungen sind erforderlich, um die interessanten Ausblicke, die sich hier auftun, auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen. So erhält die alpine Tektonik von der Untersuchung der Molassegerölle neben Aufschluß auch Aufgaben, die ihr die alpine Geologie z. T. nicht gestellt hat, z. T. überhaupt nicht stellen kann.

^{91a} In diesem Zusammenhang sei nochmals an die wechselvolle Stellung erinnert, welche die Simmendecke im Gesamtbau der Alpen von allem Anfang an eingenommen hat. Von der ursprünglichen Ansicht STEINMANNs, es handle sich bei der Simmendecke der Préalpes um Äquivalente der sog. «rätischen Decke» Graubündens, also eines noch hochpenninischen Elementes, rückten JEANNET und STAUB schon frühzeitig ab; der eine, indem er die von ihm gefundene Cenoman-Fauna der Simmendecke mit jener des Oberammergaus an der Kalkalpenstirn verglich (vgl. Fußnote 91!), der andere, wenn er im «Bau der Alpen (1924, 162) schrieb: «Der Hauptteil der Simmendecke... gehört wohl sicher mindestens zum mittelostalpinen, ja vielleicht sogar zum oberostalpinen Faziesbereich und dürfte der Campo- oder der Silvretta-Decke entstammen». 1937 beheimatet der gleiche Autor in seiner Westalpenarbeit (1937b, 138) die Simmendecke am ehesten in der von ihm erkannten «inneren mittelostalpinen Zone der Quaternals-Geosynklinale, die dem Nordrand der tiroliden Stirnschwelle vorgelagert war». Und im selben Jahr (1937a, 46) äußert sich STAUB abermals zugunsten einer effektiv oberostalpinen Stellung der Simmendecke, indem er diese Decke aus den basalen Stirnscherben der Silvretta-, genauer der Rothorn- oder der Scarl-Decke herzuleiten versucht. Es decken sich solchermassen die aus der Geröllanalyse der RRN hier abgeleiteten alpinktonischen Schlüsse weitgehend mit den eben zitierten Anschauungen, zu denen sich mein Lehrer R. STAUB seit einiger Zeit aus vertiefterer Analyse des alpinen Baues heraus gleichfalls bekennt.

V. Teil

Überschau über den oligo-miozänen Sedimentationsablauf im Sektor der Zentralschweiz

(Tab. 6, Taf.5)

Es mag abschließend versucht sein, aus den vielen mitgeteilten Einzelheiten die Summe zu ziehen und das vorgelegte Urkundenmaterial zugunsten einer großzügigen Überschau zusammenzufassen. Als Rahmen diene uns die jungtertiäre Entwicklungsgeschichte im Querprofil der Reuß.

Im mittleren Lutet hatte die seit der Oberkreide in ruckweisen Etappen nordwärts wandernde Flyschvortiefe den Nordrand des Erstfeldermassivs erreicht. Mit großer Schichtlücke legen sich über siderolithisch verwittertes Tithon-Unterkreide die nordhelvetische Fazies des Complanata-Kalkes, die über sandige Zwischenbildungen in die tonige Fazies des Stadtschiefers ausklingt. Im Verlauf des Priabons vollzieht sich im Sedimentationscharakter ein einschneidender Wandel. Die inneralpine Hochbewegung greift immer weiter nach Norden. Bereits ist auch der süd- und mittelhelvetische Raum landfest geworden, während sich im Bereich des Autochthons eine ausgesprochene Randsenke herausbildet. Darin schlägt sich die mächtige Schichtfolge des Taveyannazsandsteins nieder, die z. T. mindestens noch präoligozänes Alter besitzt (Discocyclinen!).

Wie die Taveyannazsandsteine eindrucklich dartun, unterlagen bereits im hohen Priabon ausgedehnte Gebiete basischer Effusiva zusammen mit kristallinen Deckenkernen und Sedimenten dem Abtrag. Ob es sich bei ersteren hauptsächlich um echten Ophiolithschutt handelt, ist allerdings noch nicht völlig einwandfrei gesichert (vgl. STAUB 1938).

Gegen das Hangende nehmen die Taveyannazsandsteine mehr und mehr den Charakter der Altdorfersandsteine an. Es kommt zum Absatz eines mächtigen marinen Schuttfächers, der im Streichen zumindest gegen Westen rasch auskeilt und gewissermaßen die Disposition des Rigischuttkegels in der Querspur des Reußtales vorwegnimmt. Im hangenden Teil der Serie stellen sich Bänke von polygenen Konglomeraten ein (Gruontal), die schon recht stark an gewisse Molasse-nagelfluhen (z. B. flyschreiche Chattnagelfluhen) anklingen (vgl. STAUB in: FREULER 1936).

Bedeutsam ist der Geröllinhalt des Konglomerates. Neben Graniten, Gneisen, Flyschsandsteinen usw. finden sich südhelvetische Nummulitenkalke vom Typus Einsiedeln, die dartun, daß der Vormarsch der südhelvetisch-penninischen Flyschdecke in vollem Gange war. Große Teile des nordhelvetischen Faziesgebietes müssen damals von ihr bereits überschoben gewesen sein. Merkwürdigerweise scheint die Zufuhr von ophiolithischem Material immer mehr auszuklingen, während Radiolarite und dolomitische Kalke sich weiterhin behaupten.

Stufe	Nagelfluhhorizont bzw. Schuttfächer	(Süd)Helvetisches Mesozoikum (exkl. Flysch)	Südhelvetic-penninischer Kreide-(Eozän)-Flysch	Hochpenninikum-Unterstalpin (inkl. Klippen-Decke)	Simmendecke und Oberostalpin s. l.
Torton	Baarburg-Nagelfluh (Hörnlfächer)	Schrattenkalk Valangekalk? Öhrlikalk?	Grüne Ölkvarzite Einsiedler Nummuliten- und Lithothamnienkalk (selten) Globotruncanensandkalk Siderolithsbrekzien	Err-Berninakristallin Ophiolithe (Garbendiabase, Variolite, Diabasbrekzien, z. T. weinrot gefärbt)	Große Augengneise Amphibolite (selten) Weinrote Buntsandsteine und violettrote Verrucanokonglomerate
			Tristelurgon Klippenmalm	Aptychenkalk Radiolarite	
Helvet	«Basis-Nagelfluh» (Napffächer)	?	Schlierensandsteine?	Perm-Triasquarzite Grüne Dentblanchegranite Gabbros, Serpentin (beide seltener)	—
Burdigal	nagelfluhfrei	—	—	—	—
Aquitain	Hohronenfächer	—	?	Err-Berninakristallin Klippenmalm	Mokausakonglomerate (selten, in den tiefsten Horizonten)
Chatt	Scheidegg-Nagelfluh (nicht untersucht)	—	—	—	—
	Bunte Rigi-Roßberg-Nagelfluh	—	Grüne Ölkvarzite und polygene Brekzien (Priabon) Schlierensandsteine	Tristelurgon (selten) Klippenmalm	Mokausakonglomerate Hornstein-Dolomitbrekzien Große Sandsteine Schrattenurgon (s. s.)? Aptychenkalk Radiolarit Fleckenmergelkalk und dunkle Liaskieselskalke Rote Granite Grüne und braunrote Quarzporphyre, dunkle Glimmerschiefer, helle Flasergneise
Rupel	Weggiser Kalknagelfluh (nicht untersucht)	—	—	—	—
	nagelfluhfrei	—	—	—	—

Tab. 6. Übersicht über herkunftstypische Gerölle und Geröllgemeinschaften in der subalpinen Nagelfluh am Zugersee. — Raster: marin entwickelte Stufen; s. s. = sehr selten

Die ganze mächtige Schichtfolge des Taveyannaz-Altdorfersandsteins wird durch mehr oder minder mächtige Einschaltungen von Dachschiefen gegliedert, die (offenbar in verschiedenen hohen Niveaus) reiche Fischskelett-Funde geliefert haben (Elm, Engi, Matt; Attinghausen, Fürigen b. Engelberg). Man hat diese Schieferkomplexe gelegentlich schon als inneralpine Äquivalente der Grisigermergel angesprochen, doch sind sie offenbar älter, oberstpriabon-unteroligozän.

Jüngere inneralpine Ablagerungen finden wir im Falle des Reußquerschnittes nicht mehr aufgeschlossen. Z. T. mögen sie noch an ihrem ursprünglichen Ablagerungsort an der Stirn des Altdorferschuttkegels ruhen, zur Hauptsache aber wurden sie in einer Spätphase der alpinen Gebirgsbildung abgeschert und (als «stam-pische Molasse») an den heutigen Alpenrand verfrachtet. Knapp 11 km trennen Gruontalkonglomerat als jüngstes Glied des Schächentalerflysches und südlichsten Bereich der subalpinen Molasse (Tiefenbach-Sporn der Rigischuppe b. Gersau).

Der Trennungsbereich Flysch/Molasse ist faziell zunächst noch ganz unscharf ausgeprägt. Die marinbrackischen Horwerschichten der Rigibasis als älteste Molasse des Alpenrandes (mit Grisigermergel unten, Horwersandstein oben) zeigen noch deutlich Flüscheinschlag. Auf Grund einer bezeichnenden brackischen Molluskenfauna darf man sie in Übereinstimmung mit dem säugetierpaläontologischen Befund (Vaulruz!) ins Rupel stellen. Die Grisigermergel zeichnen sich durch Gehalt an Fischschuppen und ausnahmsweise wohl auch ganzer Fischskelette aus, in welcher Eigenschaft sie also eng an die Dachschiefer des Autochthons anschließen, sodaß man sie gerade als jüngste Dachschiefer des autochthonen Flysches bezeichnen könnte. Tatsächlich möchte ich annehmen, daß jüngster aufgeschlossener Schächentalerflysch und tiefste Grisigermergel zeitlich nahe gegeneinander heranreichen (siehe auch STAUB 1934b, Profile).

Der eigentliche Faziesumschlag von Spätflysch zur Frühmolasse setzt über dem Horwersandstein ein, der in jeder Beziehung den Charakter eines Übergangshorizontes besitzt. Weithin am Alpenrand entlang wird nun das eintönige Grau der marinen Liegendschichten durch die bunten, Verlandung ankündigenden Farbtöne der «Molasse rouge» ersetzt. Gleichzeitig setzt die Einschüttung grober Konglomerate machtvoll ein. Was im Flyschstadium der Alpen nur ganz ausnahmsweise und kurzfristig der Fall gewesen ist, wird nun zur Regel. Die Vortiefe wird landfest. Flüsse von großer Strömungskraft — wofür das Riesengeröll von Vitznau (S. 8) beredtes Zeugnis ablegt — breiten grobgerölligen Gebirgsschutt über flache Schotterniederungen aus, auf denen Seen und Moore ein kurzlebiges Dasein fristen.

Als treibende Kraft hinter diesem grundlegenden paläogeographischen Wechsel steht eine wichtige gebirgsbildende Phase, die den Sedimentations-trog in beschleunigtem Tempo nach Norden verlagert, während der Vortiefenboden weiterhin unaufhaltsam in die Tiefe sinkt. Ihr Höhepunkt fällt ins Rupel. Sie prägt der orogenen Vortiefensedimentation bis ins hohe Chatt ihren Stempel auf. In den mächtigen chattischen Nagelfluhfächern hat sie ihr beredtes Abbild hinterlassen.

Es ist, falls wir eine auf Grund alpiner Bewegungsbilder entstandene Phasenterminologie übernehmen, die tirolide Hauptphase der alpinen Gebirgsbildung, die uns hier entgegen-tritt. Merkwürdigerweise kommt dieses wichtige Ereignis — was übrigens schon KOBER 1942 bemerkt hat — im Phasenplan von STILLE nicht zum Ausdruck.

Gleich zu ihrem Beginn nimmt die vorübergehend zur Ruhe gekommene nord-penninische Flyschdecke mit den ihr als Parasit aufsitzenden Tiroliden ihren Vorschub wieder auf und wandert über den eigenen Schuttkegel des Altdorfer-

sandsteins hinweg bis etwa auf die Höhe von Sisikon, wo wir etwa den «chattischen» Alpenrand zu suchen haben.

Eine nach Tausenden von Metern zählende Nagelfluhfolge wird nun aus der schon zur Zeit des Altdorfersandsteins vorgezeichneten Tiefenzone des heutigen Reußtales von der «Urreuß» hinausverfrachtet und in der landfesten Randsenke niedergelegt.

Vorerst sind es noch vorwiegend Flyschgesteine (Weggiser Kalknagelfluh), dann aber gesellen sich rote Granite, Porphyre usw. bei, eine Gemeinschaft, die der bunten RRN ihren Charakter gibt. Hier fügen sich nun unsere Geröllbeobachtungen gleichsam als paläogeographische Momentaufnahme ein. Das Bild, das sich auf Grund der überlieferten Gerölldokumente vom damaligen alpinen Rückland entwerfen läßt, ist ungefähr folgendes (vgl. Taf. 5, a und Tab. 6):

Der Hauptabtrag liegt im Stockwerk der Simmendecke (Deckenkern: altkristalline Schiefer, Granite, Porphyre; Deckenhülle: mächtige Trias, Liasfleckenmergel, Aptychenkalk, Radiolarit, Oberkreideflysch) und des nordpenninischen Flysches (Schlierensandstein!). Ophiolithe sind nun äußerst selten geworden, offenbar weil der ophiolithreichste Teil der Simmendecke schon im Priabon und tieferen Lattdorf erodiert worden war.

Zu Beginn des Aquitans findet eine erneute Nordverlagerung des Gebirgsrandes statt. Denn nirgends reichen die großen alpenrandnahen chattischen Schuttfächer bis ins Aquitan hinein (Speer, Rigi, Bäuchlen, Blumen usw.). Die alpine Deckenfront schickt sich an, nun auch die ältesten Molasseablagerungen zu überschieben und unter sich zu begraben.

Im Zugersee-Sektor ist der Wechsel von chattischer Riginagelfluh zu vorgelagerter aquitaner Hohronennagelfluh mit einem bedeutsamen Wandel verbunden. Nun wird extrem bunte Nagelfluh auf der «Piedmontebene» ausgebreitet, die mit bis 70% Kristallin das Äußerste leistet, was wir in dieser Hinsicht kennen. Lieferanten sind unterostalpine Deckenkerne mit einer der heutigen Err-Berninadecke sehr verwandten Gesteinskombination. Gegen das hohe Aquitan greift eine regionale Vermergelung Platz. Sie muß einer merklichen Abnahme der Schuttlieferungsintensität entsprechen⁹².

Zu Beginn des Miozäns meldet sich die gebirgsbildende Kraft durch Wiederaufnahme der Geröllverschüttung erneut zum Wort. Hand in Hand damit erfahren Nordverlagerung und Absenkung der Vortiefe eine Beschleunigung. Angezogen von der raschen Senkung kehrt das Meer nochmals zurück, freilich gegenüber der UMM um ein gutes Stück nordwärts abgedrängt.

Die Gerölllieferung beschränkt sich in auffälligem Gegensatz zum Chatt i. w. auf zwei gewaltige fluviatile Schuttfächer, die sich langsam ins burdigale Meer vorschieben: Hörnli und Napf. Die Schuttförderung aus der Reußdepression fällt völlig aus. Das läßt darauf schließen, daß um diese Zeit der Grundplan der alpinen Entwässerung entscheidendem Umbau unterworfen war. Bei diesen Eingriffen ging die Urreuß ihres gesamten Quellgebietes zugunsten von Urrhein und Uraare verlustig (vgl. R. STAUB 1934b). Demgemäß ist das ganze Burdigal der «Luzerner-Zugerbucht» marin entwickelt und so gut wie geröllfrei (vgl. S. 59). Parailische Sumpfmoores^{92a} vermögen sich in Zeiten verminderter Senkung vorübergehend zu behaupten, um dann wieder vom Gezeitenmeer zurückerobert und überflutet zu werden.

⁹² STAUB (1934b) sieht darin das Abbild einer weiteren alpinen Verbiegungsphase.

^{92a} Ein anschauliches und vom Zugersee bis tief ins Entlebuch durchzuverfolgendes Beispiel eines solchen Küstenmoores in tiefburdigaler Zeit soll an anderer Stelle eine Beschreibung erfahren.

Eine Phase gewaltig gesteigerten Abtrags leitet den jüngeren Abschnitt der oberen Meeresmolasse ein. Eine mächtige Schotterflut geht ruckartig fast über die gesamte marine Vortiefe hinweg, Spitzen des Napffächers gelangen bis in das Gebiet der nachmaligen Jurasynklinalen und seine östliche Flanke schiebt sich bis an den Zugersee heran. Mit dieser helveten «Basisnagelflut» ist wohl die fluviomarine «Austernnagelflut» der aargauischen Mittellandsmolasse zusammenzuhängen. Ihre Ausdehnung ist so weiträumig, daß man mit ihr weithin das Helvet beginnen läßt.

Am Zugersee führt sie rote und grüne Granite (letztere vom Typus Dentblanche), massenhaft graue und weiße Quarzite, die am ehesten den permisch-untertriadischen Quarziten des Penninikums zur Seite gestellt werden können, was zur Vermutung Anlaß gibt, daß im Napffächer mindestens seit Beginn des Miozäns Abkömmlinge hochpenninischer Deckenelemente vertreten sind (vgl. S. 61).

Der basishelvete Flankenvorstoß des Napffächers findet sein Spiegelbild in jenem des Hörnlifächers, der aber im Zürichsee (Ufenau!) stecken bleibt und dessen linkes Ufer nicht mehr erreicht. Es ist offenbar eine der insubrischen Deformationssphasen des alpinen Deckengebäudes, die den Impuls zu solcher Schottertransgression liefert (vgl. STAUB 1934b).

Torton: Und wiederum herrscht Umbruch. Übermäßige Schuttfuhr (oder verlangsamte Absenkung des Vortiefengrundes) zwingt das Meer zum Rückzug gegen den Rhonegolf und das Wienerbecken. Wiederum und nun endgültig wird die nördliche Alpenrandsenke landfest. Unvermindert dauert die Schotterverfrachtung an. Gegen 1½ km Mächtigkeit erreicht das Torton im zentralen Bereich des Hörnl- und Napffächers.

Diesmal ist es die Hörnlischüttung, die mit ihrer seitlichen Schotterausstrahlung vorübergehend zugerisches Gebiet berührt. Dem Geröllinhalt dieses «Ablegers» des Hörnlischuttkegels ist ein besonderer Abschnitt vorliegender Nagelflutstudie gewidmet (vgl. tortone Schotterbank der Baarburgbasis S. 20). Auf Grund der dortigen Untersuchungsergebnisse läßt sich für das «korrelate» alpine Rückland etwa ein Bau- und Abtragszustand rekonstruieren, wie in Taf. 5 Fig. b zeigt⁹³.

Die tortone Geröllgesellschaft trägt hinsichtlich ihrer Herkunft offenkundigen «Mischcharakter» und verteilt sich auf verschiedene Deckenstockwerke. Gut charakterisiert durch Kristallin vom Err-Berninatypus ist das unterostalpine Deckenpaket. In gleiche Richtung weisen auch Klippenmalm- und Tristelurgongerölle. Nach wie vor vermögen sich aber auch Abkömmlinge höherostalpinen Einheiten zu behaupten. Für die Spilite und ihre ganze ophiolitische Gefolgschaft möchten wir die hochpenninische Plattadecke als untere Herkunftsgrenze annehmen. Einen maßgebenden Einfluß auf die Geröllzusammensetzung übt auch im Torton die südhelvetisch-penninische Flyschdecke aus. Das zahlreiche Auftauchen helvetischer Unterkreidegerölle (ein Ereignis, das an und für sich verschiedene Deutung zuläßt, vgl. LEUPOLD in: LEUPOLD u. a. 1942) ist auf Taf. 5, Prof. b mit der Durchscherung der helvetischen Hauptdecke in Beziehung gebracht worden.

Das Alpengebirge selbst ist weiterhin in starkem Ausbau begriffen. Insbesondere macht sich der vertikale Hochstau des Aarmassivs immer stärker fühlbar.

«Postmolasse» (Sarmat? -Pont). — Mit dem Torton erlischt die Sedimentfolge der schweizerischen Mittellandsmolasse. Aber die tektonische Geschichte ist für sie noch nicht beendet. Die letzte große alpine Faltungsphase geht über sie hinweg. Ihr sichtbarstes Ergebnis ist die Aufwölbung des Juragebirges. Aber auch der Alpen-nordrand erfährt starken Umbau. Unter der Wucht dieser spätalpinen tektonischen

⁹³ Bei den schematischen Deckenprofilen auf Taf. 5 muß man sich stets vor Augen halten, daß sich das eine auf das alpine Rückland des Rigischuttfächers (Chatt), das andere auf jenes des Hörnlitortons (Ostschweiz!) bezieht.

Phase gerät selbst der mächtige Nagelfluhklotz des Rigi-Roßberg in Bewegung. Er wird irgendwo im Niveau der plastischen Grisigermergel abgeschert und auf die aquitane Molasse überschoben, die sich ihrerseits in nordvergente Falten legt und an Scheitelbrüchen in Schuppen auflöst (Hohronen!). Auch die Miozänmolasse bekommt die Auswirkung dieser Ereignisse noch zu spüren. Burdigal wird (im Raume des Zugersees) bis zu mittelsteiler Rückenlage überkippt, Helvet steilgestellt und Torton randlich aufgebogen, der ganze Inhalt des schweizerischen Molassebeckens schließlich in flache Wellen gelegt. In die Zeit dieser postmolassischen Dislokationsphase fallen wohl auch die Brucherscheinungen in der subalpinen Molasse (Rupel der Rigibasis, Aquitan zwischen Luzerner- und Zugersee, vgl. BUXTORF & KOPP 1943; Burdigal Buenashalbinsel und S Zug, eig. Beobachtg.). Der gleichen orogenen Phase, und nicht einer spätquartären «Rücksenkung» des gesamten Alpenkörpers (ALB. HEIM), fällt die von Sihl- und Lorzenschotter erfüllte Randsynklinale im Torton zwischen Zürich- und Zugersee zur Last.

Spätalpine Bewegungen des autochthonen Untergrundes sind uns auch im Erstfeldermassiv überliefert, wo es zu lokalen Einwicklungen der parautochthonen Decken kommt. Auf durch das aufsteigende Aarmassiv immer steiler gestellter Gleitfläche rutschen die durch Erosion von ihren Wurzeln getrennten helvetischen Decken langsam in die große Randmulde ab, die sinkende Tendenz beibehält, wodurch das auffällige «Branden» der Kreideketten des Alpenrandes bewirkt wird, wie sie uns am sinnfälligsten gerade am Vierwaldstättersee entgegentritt (Vitznauerstock-Hochfluh, vgl. GAGNEBIN 1945).

Damit ist die Sedimentations- und Baugeschichte des zentralschweizerischen Molasse- und Alpenrandsektors in großen und im einzelnen noch recht wohl wandelbaren Zügen skizziert. Neben vielen, mit den benachbarten Molasseschuttfächern gemeinsamen Zügen offenbart sich in der Entwicklung der «Urreuß» doch soviel individuelle Eigenart, daß (in Abwandlung eines in anderem Zusammenhange ausgesprochenen Wortes BAUMBERGERS) der Satz berechtigt ist: «Jeder Schuttfächer hat seine eigene Geschichte».

Es wird noch vieler Arbeit bedürfen, bis jene der «Urreuß», zu deren Aufhellung wir durch das Studium der Bunten Riginagelfluh (und indirekt der Baarburgnagelfluh) nicht viel mehr als «Momentaufnahmen» geliefert haben, sich bis in feinere Einzelheiten herauschälen wird.

VI. Teil

Zusammenfassung: Paläogeographisch-alpintektonische Ergebnisse

Die geröllkundliche Untersuchung einiger ausgewählter Nagelfluhhorizonte in der subalpinen Molasse am Zugersee läßt folgende Aussagen zu:

1. Aussagen zur alpinen Erosionsgeschichte

(vgl. Tab. 6, S. 130)

Im Sektor der Zentralschweiz (Urreuß) beginnt die Geröllschüttung im höheren Rupel. Zunächst kommt flyschreiche Kalknagelfluh, dann «bunte» Nagelfluh zum Absatz. Letztere läßt als Hauptlieferanten die zumindest höherostalpine *Simmendecke* erkennen (Tab. 5, S. 124), der an Bedeutung der nordpenninische Kreide-Tertiärflysch nur wenig nachsteht. Daneben ist auch die Klippendecke durch einwandfreies Mesozoikum nachgewiesen. Grisonides Deckenkristallin vom Typus Err-Bernina fehlt.

Im Zeitalter der Hohronen-Nagelfluh (Aquitän) hat sich das Schwergewicht der Erosion völlig zugunsten des Unterostalpins, insbesondere dessen kristallinen Deckenkerne, verschoben. Doch schon vor Einbruch des Burdigalmeeres bringen (vorläufig noch schwer durchschaubare) Vorgänge im alpinen Rückland den Geröllstrom aus der Reußdepression zum endgültigen Versiegen.

Durch die ganze OMM hindurch bleibt die «Zugerbucht» von groborogener Zufuhr verschont. Nur um die Burdigal-Helvet-Wende herum hat sie vorübergehend unter dem peripheren Einfluß eines Schuttkegels gestanden. Das Ergebnis dieser Episode, die «Basisnagelfluh» des Helvets, zeigt ihrem Geröllinhalt nach starke Anklänge an die Napfnagelfluh, als deren östlichster Ausleger sie zu bewerten ist. Spätestens zur Helvetzeit war im Einzugsgebiet des Napffächers Erosion unterostalpinen Kristallins vom Muster Dentblanche und hochpenninischer Perm-Triasquarzte in vollem Gange.

Im mittleren Torton holt der Hörnlfächer seinerseits zu einem (gleichfalls kurzfristigen) Geröllvorstoß nach Westen aus. Nach Ausweis der *Barburgnagelfluh* (Tab. 2, S. 58) empfing der Hörnlfächer damals einen maßgebenden Teil seiner Geröllfracht von unter- und höherostalpinen Deckenmassen. Daneben zeichnet sich im Geröllspektrum sehr deutlich eine südhelvetisch-nordpenninische Komponente ab (Schrattenkalk, Nummulitenkalk vom Typus Einsiedeln, Siderolittessandkalke usw.). Ophiolithische Ergußgesteine (mit Garben- und Pillowtextur und u. a. in bezeichnender, rotviolett gefleckter Sonderfazies) zeigen nun ein Präsenzmaximum.

2. Aussagen zur alpinen Phasenfolge

Als Abbilder wichtiger orogener Ereignisse heben sich folgende, deutlich ausgeprägte Schüttungsimpulse im Sedimentationsablauf der zentralschweizerischen und der subalpinen Nagelfluhen ganz allgemein heraus:

1) Der schlagartige Einsatz der chattischen Nagelfluhfächer (Rigi, Speer, Bäuchlen, Blume) innerhalb des Rupels oder spätestens beim Stufenwechsel Rupel-Chatt.

2) Der nicht minder plötzliche Vorstoß der mächtigen miozänen Schüttung um die Zeitenwende Aquitan/Burdigal, begleitet von erneuter, energischer Nordwärtsverlagerung der Vortiefe und gefolgt von mariner Transgression.

3) Die Vorschüttung der «helvetischen Basisnagelfluh», welche vor allem im Sektor des (weitgehend geröllfreien) subalpinen Miozäns der Zentralschweiz anschaulich zum Ausdruck kommt und m. E. zusammenhängt mit dem Phänomen der deckenartigen Ausbreitung der «Austernnagelfluh» und damit der maximalen Gerölltransgression innerhalb der Molasse überhaupt (Jurasynklinalen!). Zeitlich dürfte dieses Geschehen nicht so sehr an die Helvetbasis, als in das eigentliche Helvet fallen.

Ins alpine Phasenschema (STAUB 1934b) übersetzt wäre Ergebnis 1) etwa der tiroliden Hauptphase, die beiden anderen den insubrischen Deformationsphasen beizuordnen (vgl. dazu auch schon STAUB 1924).

3. Aussagen und Fixpunkte zum «Fahrplan» der alpinen Deckenschübe

Schon im Chatt muß die Simmendecke in unmittelbarer Nähe des damaligen Alpenrandes, also etwa auf der Höhe des heutigen Autochthons gelegen haben (Beweis: Überdurchschnittliche Größe der Mokausergölle, Block von Vitznau!).

Die These vom «vormolassischen» Einschub der südhelvetisch-penninischen Flyschdecke findet im Geröllinhalt der RRN (Schlierensandsteine!) eine weitere wertvolle Stütze. Der Beginn der Molassesedimentation hat die Flyschdecke mitsamt der ihr aufsitzenden ostalpinen Schubmassen bereits in der Nähe des heutigen Massivrückens vorgefunden, worauf STAUB schon 1934 (vgl. 1934b), damals gegen großen Widerspruch bestanden hat.

Inwieweit sich im Erscheinen helvetischer Urgongergölle zu Beginn des Torton nur ein Fortschritt der Erosion nach der Tiefe hin kundgibt, oder aber eine wichtige orogene Phase (Durchscherung der Flyschdecke durch die helvetische Hauptdecke, wie dies auf Taf. 5, b angenommen wurde!), steht noch offen.

4. Aussagen zum Kapitel Simmendecke

Die RRN birgt genügend Dokumente dafür, daß noch in chattischer Zeit die Ausdehnung der Simmendecke im zentralschweizerischen Alpensektor eine recht bedeutende war. Das von der Deckentheorie verfochtene regionale Durchstreichen der Simmendecke der Westschweiz wird damit bestätigt.

Die für das winzige, heutige Simmendeckenrelikt von Iberg bekannte Schichtenfolge (Radiolarit-Aptychenkalk-Ophiolith-Hauptdolomit?) läßt sich anhand des Geröllinhaltes der RRN nach unten und oben ergänzen (Tab. 4, S. 112). Die «Komplettierung der Schichtreihe» ergibt: 1) einen Oberkreideflysch mit Mokausergölle-

glomeraten, 2) Lias in Kiesel- und ammonitenreicher Fleckenmergelkalk-Fazies, 3) Hauptdolomit, 4) einen Deckenkern aus eintönigen kristallinen Schiefen mit intrusiven roten Graniten und rotbraunen bis grünvioletten Quarzporphyren.

Die faziellen Analogien der so ermittelten stratigraphischen Serie weisen nicht nur nach der Simmendecke des Westens, sondern auch nach der Allgäu-Lechtaldecke des Ostens. Für einen primären Zusammenhang zwischen Simmendecke und Nördlichen Kalkalpen lassen sich auch gewichtige Argumente der Lagebeziehung (Alpenrandnähe!) und der Reihenfolge im alpinen Deckengebäude (beiderorts oberstes Stockwerk!) beibringen (Tab. 4 und Taf. 4). Die von STAUB 1924/37 erkannten Zusammenhänge der Simmendecke gegen Osten werden damit bestätigt.

In der Simmendecke kommt die *vorcenomane* oder «*austrische*» Gebirgsbildung in Form von mächtigem Flysch und groborogenen Konglomeraten trefflich zur Abbildung. Diese Phase stellt sich immer mehr als eine Hauptfaltungszeit der gesamten Alpen heraus. Ein empfindliches Hindernis in der harmonischen Zusammenschau von Ost- und Westalpen fällt somit dahin.

Es ist unstatthaft und verdunkelt wichtige Zusammenhänge, wenn die austrische Phase mit der Gosauphase zusammengeworfen wird, wie es von westalpiner Seite wiederholt geschehen ist und stetsfort noch geschieht (selbst da wo zeitlich bestimmte Sedimente das relative Alter der Tektonik einwandfrei festlegen). Jene ist vorcenoman (Schwerpunkt Gault), diese vorsenon (Hauptschauplatz Turon).

5. Rückschau und Ausblick

Die großen Fragen, denen unsere Arbeit galt, haben gelaute: Gibt es unter der Masse nichtssagender Nagelfluhgerölle herkunftsleitende Typen, wo liegt ihre Heimat und inwieweit ist ihr Zeugnis für unser Wissen um Bauzustand und Bewegungsablauf des alpinen Orogens auswertbar. Im Kleinen das Große zu sehen und ob dem Großen das Kleine nicht zu vergessen, darin lag der besondere Reiz, aber auch die Schwierigkeit und — geben wir es zu! — die Schwäche unserer Problemstellung.

Wohl war unserem Vorgehen einiger Erfolg beschieden. Da und dort gelang es, für eine mehr oder minder umfangreiche Geröllgruppe den verloren gegangenen Heimatschein wieder beizubringen. Verglichen mit der Unzahl noch «namenloser» Gerölle sind es aber nicht mehr als ein paar Meilensteine auf dem weiten Wege, der noch vor uns liegt, bis unser Wunschtraum Gestalt annimmt, nämlich das Getriebe der alpinen Orogenese auf Grund der Gerölldokumente gedanklich nochmals in Gang zu setzen. Für einen solchen filmartigen Ablauf des orogenen Geschehens ist unsere Zeit noch nicht reif. Einzig die großen Linien heben sich heute in vielem klarer heraus, in der Phasengliederung und exakten Zeitfestlegung wird sich noch manches wandeln. Dasselbe gilt natürlich auch für die Entwicklung der alpinen Talgeschichte.

Angesichts der großen und bedeutungsvollen Aufgaben, die der Nagelfluhkunde harren, wäre zu wünschen, daß mehr Kräfte für sie freigemacht würden, als dies bisher der Fall war. Denn auch für sie, ja in erster Linie für sie, gilt der prophetische Ausspruch, der dem Genie eines LEOPOLD VON BUCH in den Mund gelegt wird und als geflügeltes Wort in die Molasseforschung ganz allgemein eingegangen ist: «Von einer vollständigen Monographie der Molasse kann die ganze Theorie des Alpengebirgs abhängen.» (STUDER, B., 1825, Vorrede, XXVII).

Anhang: Mikropaläontologische Miszellen

I. Vorbemerkungen

Da ich meine Hauptaufgabe im lithologischen Studium der Nagelfluhgerölle zum Zwecke ihrer Beheimatung sah, mußte ich mir naturgemäß einen möglichst umfassenden Überblick über makro- und mikroskopischen Habitus der herkunftsmäßig in Betracht fallenden alpinen Faziesserien verschaffen (Ostalpine Decken, helvetische Kreide und helvetisch-nordpenninischer Kreide-Tertiärflysch).

Im Verlaufe solcher Vergleichsstudien an umfangreichem, eigenem und fremdem Dünnschliffmaterial stieß ich auf verschiedene Fragenkreise und Problemstellungen, von denen ich annehmen darf, daß sie dem Interesse des Mikropaläontologen ganz allgemein begegnen. Ich hielt es von Vorteil, sie vom zweckbedingten, geröllanalytischen Hintergrund der vorigen Kapitel loszulösen und gesamthaft in einem eigenen Abschnitt wiederzugeben.

Da ich mich ausschließlich auf Dünnschliffe von Nagelfluhgeröllen (denen mit Rücksicht auf ihre sekundäre Lagerstätte natürlich nicht der dokumentarische Wert anstehender Gesteinsproben zukommen kann) oder, was den alpinen Vergleich betrifft, auf fremde, z. T. schon ältere Schliffsammlungen stützen muß, wird damit ein gewisses Moment der Unsicherheit in meine Ausführungen hineingetragen. Ich hoffe ihm dadurch zu begegnen, daß ich meinen Schlußfolgerungen möglichste Zurückhaltung auferlege und vor allem von der voreiligen Aufstellung neuer Arten absche, wo es mir nicht unumgänglich schien.

Erfahrungsgemäß muß ja bei der Erhaltungsweise der alpinen Gesteine stets mit der Verwischung wesentlicher Merkmale durch Rekristallisation gerechnet werden, und auch ohnedies wird man sich häufig genug bei zufällig getroffenen Schnitten, ohne Möglichkeit statistischer Auswertung, mit der Bestimmung der Gattung bescheiden müssen. Bei vielen Foraminiferen spielt zudem die Frage: megasphärische oder mikrosphärische Generation dauernd mit hinein.

Bei der Ausarbeitung dieses Abschnittes durfte ich mir stets Rat und Anregung bei meinem verehrten Lehrer, Prof. W. LEUPOLD, einholen. Es sei ihm dafür nochmals herzlich gedankt.

II. Algae Chlorophyceae

Globochaete alpina AUG. LOMBARD 1945

(Taf. 9, Fig. 1)

Beim mikroskopischen Studium helvetischer Malmgesteine entdeckte AUG. LOMBARD 1937 zahlreiche Durchschnitte merkwürdiger, schwer deutbarer Kleinlebewesen, an denen man bisher achtlos vorbeigeschaut hatte. Er unterschied drei Formengruppen und gab der häufigsten darunter den vorläufigen Namen «organisme D», als dessen kennzeichnende Dünnschliffmerkmale ungefähr folgende zu gelten haben:

Kreis- bis halbkreisförmige, zwei- oder viellappige Gestalt, Auftreten einzeln oder gruppenweise, z. T. in perlschnurartigem Verband, radialfasriger Bau aus hellem, eigentümlich gelb getöntem Kalzit, der bei gekreuzten Nicols und zentralen Schnitten das unverrückbare Achsenkreuz radialfasriger Aggregate zeigt.

Fast 10 Jahre später (1945) greift LOMBARD die Frage der systematischen Zugehörigkeit von «Organismus D» wieder auf. Eingehende Vergleiche führen ihn dazu, dem Problematikum pflanzlicher Natur zuzuerkennen. Er weist es in die Nähe der Protococcaceae (Chlorophyceae) und ersetzt den unverbindlichen Namen «Organismus D» durch *Globochaete alpina* n. sp.

Globochaete alpina LOMB. stellt sich vorzugsweise in Malmgeröllen von der Art der «calcaires grumeleux» ein, welche eine charakteristische Komponente der Rigi-Roßberg Nagelfluh (RRN) bilden, aber auch dem Torton von Baar nicht fehlen (vgl. S. 98 und S. 36). Sie sind bestimmt als Abkömmlinge der heute im direkten Rückland nur noch in Ruinen vorhandenen Klippendecke anzusehen.

Auffällig und für die Kenntnis ihres Lebensbereiches wohl bedeutungsvoll ist das häufige Zusammengehen dieser Mikroflora mit Schwärmen zarter, monaxoner Schwammnadeln oder Mikroorganismen des Planktons, wie winzigen Frondicularien (Taf. 9, Fig. 4) und Calpinellen.

Sehr viel seltener fand ich *Globochaete alpina* in Gesellschaft benthonischer Foraminiferen. Als Beispiel erwähne ich einen *Trocholina alpina* führenden, stark rekristallisierten Onkolith aus der Baarburg-Nagelfluh, der neben Seeigelstacheln und Schalenrümern auch ganz vereinzelte *Globochaete alpina* beherbergt. Doch dürfen wir die Möglichkeit nicht aus dem Auge verlieren, daß die Armut onkolithisch-oolithischer Gesteine an Planktonwesen vielfach keine ursprüngliche, sondern eine sekundäre ist, indem die zarten Gebilde bei der Rekristallisation des Kalzitementes aufgezehrt und damit ein Opfer der Diagenese wurden.

Schließlich hat die RRN auch Kalkbrekzien geliefert, die als Komponenten neben dunklen, sterilen Kalken, Onkolithen mit *Clypeina jurassica* und *Trocholina* auch «calcaires grumeleux» mit *Globochaete alpina* führen. Ihr Alter läßt sich aber angesichts der starken diagenetischen Umwandlung des Bindemittels nur annäherungsweise festlegen. Aus einem solchen Kalkbrekzien-Geröll stammt die *Globochaete alpina* von Taf. 9, Fig. 1.

Wenn ich aber hier auf den «Organismus D» näher eingegangen bin, so geschah es vor allem aus dem Grunde, weil ich glaube, hinsichtlich seiner paläogeographischen und zeitlichen Verbreitung einige kleine Ergänzungen anbringen zu können. Die Durchsicht einer größeren Anzahl von Dünnschliffen zu Vergleichszwecken (vor allem Sammlg. ESCHER-HESS) ergab als Nebenresultat folgende Feststellungen:

Südalpen. — Malm (Kimmeridge) von Torri-San Vigilio am Gardasee: Kleine *Globochaete alpina* mit allen bekannten Formwandlungen im Verein mit schwammnadelähnlichen, sperrigen bis nadligen oder zackig-winkligen, ausgefranst Gebilden, die z. T. sicher noch in der Schwankungsbreite der «formes découpées» («sections de thalles» AUG. LOMBARD 1945) unterzubringen sind. Beide Gruppen direkt gesteinsbildend. Damit vergesellschaftet: *Cadosina fusca* WANNER, *Stomiosphaera moluccana* WANNER und Radiolarien.

Nördliche Kalkalpen (Oberostalpin). — Adnetherkalk vom «Kammerkehr» (gemeint wohl die Kammerker-Sonntagshorngruppe im Westen von Berchtesgaden): *Globochaete alpina* in ihrer ganzen Formenfülle (formes bipartites, f. tripartites usw., dazu individuenreiche, dicht gepackte Schwärme), bis 0.13 mm groß. Begleitet von erstaunlich reicher Foraminiferenfauna: Nodosarien, Frondicularien, dazu Involutinen mit fließenden Übergängen zu *Turrispirillina*- oder *Trocholina*-ähnlichen Formen (vgl. S. 154 und Taf. 10, Fig. 18, 19).

Sporadisch taucht *Globochaete alpina* auch im Adnetherkalk der Scsaplana (Lechtaldecke, Belegsammlg. ARNI, LEUTENEGGER) auf, desgleichen in Adnetherlias-Geröllen der aquitanen und tortonischen Molasse der Ostschweiz.

Jura der NW-Schweiz und Mitteldeutschlands. — Effingerschichten aargauischer Jura: vereinzelte, aber untadelig überlieferte *Globochaete alpina* mit massenhaften Schwammnadeln und Gebilden von der Art der «formes découpées». — Lägermalm (Sequan): Eindeutige «Schildkröten»-Form. — Globochaeten führt auch ein Schlift von Staffelberg S Coburg (Malm der Frankenalb).

Wenn bisher *G. alpina* aus dem süd alpinen und vor allem dem oberostalpinen Faziesbereich der Alpen noch nicht genannt wurde (abgesehen von den bei LOMBARD 1937 zitierten Funden im Radiolarit des Südtessins), so füllen obgenannte Belege diese Lücke nun aus. Gestützt darauf darf man diesen Schwebeorganismen des Planktons auch in jenen Fazieszonen eine allgemeinere Verbreitung voraussetzen.

Erstmals wird nun *G. alpina* auch für den Jura genannt, und zwar von räumlich weit auseinanderliegenden Fundpunkten.

Überraschend wirkt in diesem Zusammenhang die Nennung der Adnetherschichten, da sie den bisher angenommenen Zeitrahmen für *Globochaete alpina* sprengt und deren stratigraphische Grenzen beträchtlich nach unten ausweitet. Trotz aller Vorsicht, die bei Verwendung fremden Schliffmaterials in solchen Fragen geübt werden muß, fällt es mir aber schwer, den ursprünglichen Verdacht einer zeitlichen Mißdeutung der fraglichen Gesteine aufrecht zu erhalten. Ich muß ihnen im Gegenteil sogar einen recht tiefen Sitz im Lias zuweisen (Hettange!).

Die handschriftliche Etikettierung von ESCHER-HESS «Kammerkehr, Tirol-Bayern, Adnether» ist unverkennbar auf die Kammerker-Sonntagshorngruppe bei Berchtesgaden zu beziehen, wo nach HAHN (1910) «das so berühmt gewordene Vorkommen der roten Ammonitenkalke an der Kammerker Alpe» liegt. Tatsächlich gibt ESCHER-HESS für das zugehörige Gestein folgende Charakterisierung: «Kalkstein, rot, glatt, *Arietites proaries* und *Aegoceras Charmassei*»⁹⁴, womit die tiefliasische Herkunft unzweideutig festgelegt ist. Es entfällt damit ein stichhaltiger Grund, diesen zeitlichen «Außenseiter» dadurch zu erklären, daß man eine Verwechslung mit der oft ähnlichen, bunten Malmfazies annimmt, eine Möglichkeit, die für die Vorkommen an der Scesaplana allenfalls noch angängig, wenn auch nicht wahrscheinlich ist. Zudem stimmt das Schliffbild, besonders auch in mikrofauunistischer Hinsicht, völlig mit dem überein, was in dem mir zugänglichen Schliffmaterial allgemein als Adnetherkalk angesehen wird.

Immerhin wird man die Tatsache, daß das Erscheinen von *Globochaete alpina* und ihrer Trabanten für große Teile der alpinen Geosynklinale (so auch für die Molukken, vgl. VOGLER 1941) mehr oder minder mit dem Argov zusammenfällt, nicht übersehen dürfen. Es erinnert dieses Verhalten in vielem an das plötzliche, weltweite Auftauchen der pelagischen Mikroforaminiferen der Oberkreide im Gefolge der großen cenomanen Transgression, die das Werk der vorhergehenden Orogenese (austriische Phase!) größtenteils zunichte macht. Es wäre vielleicht die Frage einer Prüfung wert, inwieweit bei der uns hier beschäftigenden Kleinlebewelt eine ähnliche Transgression, wenn auch bescheideneren Ausmaßes, im Spiel sein könnte, die an der Wende von Dogger/Malm dem Meere und seinem Leben neue Räume eroberte.

Acicularia sp.

(Taf. 9, Fig. 2)

In ihrer systematischen Stellung recht rätselhaft muten zunächst runde, randlich durchlochte Kalzitscheibchen an, welche in Gerölltypen von der Art des «Urgonien grumeleux» (vgl. S. 44) ab und zu auftreten. Ein Erhaltungszustand, wie

⁹⁴ Heute: *Schlotheimia Charmassei* (D'ORB.), basales Hettange. *Alsatites proaries* (NEUM.), Hettange, Psilonoten-Stufe.

ihn Taf. 9, Fig. 2 (Berrias, Montsalvens b. Bulle, «Ultrahelvetikum», Belegsammlg. BÜCHI, Geol. Inst. ETH) zeigt, darf allerdings als Glücksfall bezeichnet werden. Er ist mir in den Urgongeröllen nicht begegnet. Vielmehr erscheint dort der randliche Lochkranz meist mehr oder weniger ausgebrochen. Wenn er ganz wegfällt und nur noch die «Radnabe» mit den ansetzenden Speichen übrig bleibt, können die Kalkkörperchen geradezu ein *sternförmiges* Aussehen haben.

Zu diesen rädchenartigen Durchschnitten gesellen sich auch oval und unregelmäßig umgrenzte Formelemente, die z. T. über die ganze Fläche hin eine geregelte Durchlochung aufzuweisen haben.

In ihrem mikroskopischen Verhalten erinnern die Kalzitgebilde stark an Echinodermentrümmer, deren Spaltbarkeit nach dem Rhomboeder sie zu teilen scheinen. Doch kann das dort weitverbreitete, feinporige Gitterwerk nicht nachgewiesen werden.

Wenn wir uns nach *Vergleichsstücken* umsehen, ist man in erster Linie versucht, jene *Speichenrädchen* heranzuziehen, wie sie im Verein mit anderen Kalkkörperchen (Ankerplatten, Angelhaken) in der Haut von *Holothuriern* eingebettet sind. Belege finden sich vom Jungpaläozoikum bis hinauf ins Tertiär. Für den Jura haben neuerdings BARTENSTEIN (1936) und MOHLER (1938) gute Beispiele erbracht⁹⁵. Doch ergibt der Vergleich nicht jenen Grad von Übereinstimmung, den man für eine eindeutige Identifizierung fordern muß.

Wenn nicht alles trügt, sind es keine *tierische*, sondern *pflanzliche* Hartgebilde, die hier vorliegen. Und zwar deuten die beschriebenen Merkmale ganz offensichtlich auf die zu den Dasycladaceen gerechnete *Kalkalge Acicularia*⁹⁶ hin.

Der Thallus von *Acicularia* baut sich aus schlankkeulenförmigen Kalkgliedern auf, die auf der Außenfläche zahlreiche Poren tragen, welche in die kugelförmigen Sporangien führen. Mit diesem Bau lassen sich die beobachteten Schnittformen sehr wohl in Beziehung bringen. Die Kreisscheiben sind nichts anderes als annähernde Querschnitte, die Ovalformen Schrägschnitte durch ein Thallusglied. Die dunklen Kreise lassen sich auf die von Grundmasse erfüllten Sporangien zurückführen. Wo Kreise des Scheibenkranzes gegen außen offen sind, handelt es sich nicht so sehr um Abnutzungsformen, wie es zunächst scheinen mochte, sondern um Schnitte, die durch Sporangienhohlraum und zugehörige Porenöffnung gehen.

Vergleiche mit den Dünnschliffansichten, die den Arbeiten von RAMA RAO & PIA (1936) und PFENDER (in: MORET 1938) beigegeben sind, lassen die *Acicularia*-Natur der hier behandelten Gebilde zur Gewißheit werden. Für eine Zuweisung zu einer der bisher beschriebenen Arten reicht das vorhandene Material nicht aus.

Nachdem Vertreter der Kalkalge *Acicularia* schon aus verschiedenen Gebieten der Tethys bekannt geworden sind⁹⁷, tauchen nun Ableger der Gattung auch im alpinen Gebiet auf, und zwar gleich in verschiedener stratigraphischer Höhe, vielleicht schon im Berrias (Taf. 9, Fig. 2!), zumindest aber im Urgon und wiederum im nordpenninischen Kreideflysch (vgl. Geröllbeschreibung S. 50).

⁹⁵ Auch unter den Rätselgebilden, die WIRZ (1945) aus dem Ladin des Südtessins beschreibt, glaube ich Hautskelett-Körper von Holothuriern zu erkennen. Sicher scheint mir dies für Taf. 76, Fig. 9 zu gelten (Ankerplatte). Verdacht besteht auch für Taf. 76, Fig. 8. Damit ergibt sich für das Monte Giorgio-Ladin eine weitere Parallele zu den klassischen Schichten von St. Cassian, deren schon früh bekannt gewordenen Holothurien-Reste (GUMBEL 1869) meines Wissens bisher in der gesamten Trias ohne Gegenstück dagestanden sind.

⁹⁶ Eine sichere Unterscheidung dieser Gattung gegenüber dem phylogenetisch nahe verwandten Genus *Terquemella* auf Grund bloßer Dünnschliff-Ansichten ist selbst für den Sonderforscher ein heikles Unterfangen (PIA, MORELLET).

⁹⁷ So im Danien von Trichinopoly (Indien), im Ypres des marokkanischen Atlas, im Cenoman-Turon Libyens und im Senon der Westkarpathen (vgl. RAMO RAO & PIA 1936, MORET 1938, ANDRUSOV 1938).

Bezeichnenderweise ist die Grumeleux-Fazies mit *Acicularia*-Trümmern auch dem anstehenden helvetischen Schrattenkalk nicht fremd. Sie läßt sich u. a. gut belegen für das Säntisgebiet. Diese an sich belanglose Einzelheit fügt sich damit trefflich ein in die Reihe von verwandten Fazieszügen, welche, wie an anderer Stelle (S. 46) näher ausgeführt wurde, gewisse Urgongerölle der tortonen Nagelfluh mit dem Schrattenkalk des Helvetikums verknüpfen.

III. Foraminifera

1. Cadosinidae WANNER 1940

Cadosina lapparenti nom. nov.

(Taf. 9, Fig. 3)

Bereits früher (bei der Frage der helvetischen Abkunft gewisser Komponenten der Nagelfluh (S. 48), haben wir auf vereinzelt Gerölle aus dem Torton hingewiesen, die in ihrer lithologischen und faunistischen Fazies starke Anklänge an den typischen Seewerkalk des Helvetikums zeigen.

Eines dieser Gerölle, einen roten «Orbulinarien-Globotruncanenkalk»⁹⁸ aus der Tortonnagelfluh vom Adlisberg b. Zürich (Sammlg. ESCHER-HESS, Schl. 116, 767) möchten wir hier noch zu einigen Bemerkungen mikropaläontologischer Art heranziehen, umso mehr als wir damit Gelegenheit erhalten, auf einen taxonomischen Irrtum einzugehen, der sich im einschlägigen Schrifttum einzubürgern droht.

Seit KAUFMANN (in HEER, Urwelt 1865, S. 194, Fig. 104—107) wissen wir, daß in der Oberkreide helvetischer Fazies zwei einkammerige Planktonforaminiferen eine überragende, bisweilen geradezu gesteinsbildende Bedeutung gewinnen: *Lagena sphaerica* und *Lagena ovalis*. Abgesehen von der Gestalt erscheinen sie in Dünnschliffen einander so ähnlich, daß es nicht an Stimmen gefehlt hat, welche die Individualität der beiden Formen anzweifeln und die nomenklatorisch verankerten Formunterschiede nur auf verschieden orientierte Schnitte ein und derselben Art beziehen wollten (LORENZ 1901). EGGER (1909) stellte die KAUFMANNschen Lagenen zur eben neu geschaffenen Gattung *Orbulinaria* RHUMBLER (non *Orbulina* D'ORBIGNY!), wo sie bis zur neulich erfolgten kritischen Bearbeitung der ganzen Gruppe durch WANNER (1940) belassen wurden.

Zu diesen zwei geläufigen «Orbulinarien» des Seewerkalkes gesellt sich nun im Schliffbild des besagten Nagelfluhgerölles eine weitere Form, die in Größe und Kugelgestalt des Gehäuses und dem Besitz einer Mündung mit *O. sphaerica* (KAUFM.) im großen ganzen übereinstimmt, hinsichtlich der Wandstruktur aber grundsätzlich davon abweicht. Dies äußert sich hervorragend deutlich im optischen Verhalten (Taf. 9, Fig. 3): Den hellweiß glänzenden Durchschnitten von *O. sphaerica* (und *O. ovalis*) stehen die dunklen, mehr oder weniger kreisförmigen Querschnitte der neuen Spezies gegenüber.

Im auffallenden, natürlichen Licht erscheint deren Gehäuse milchweiß, opak. Im polarisierten Licht bei X Nicols zeigen selbst Radialschnitte nie ein dunkles Achsenkreuz, in scharfem Gegensatz zu *O. sphaerica* und auch *O. ovalis*. Der Kalk besitzt also innerhalb der

⁹⁸ Nach der zeitlichen Aussage der Globotruncanen — es handelt sich um sichere Vertreter der *lapparenti*-Gruppe — liegt Turon bis unteres Senon vor. Begleiter sind Gumbelinen, u. a. *Gumbelina globulosa* (EHRENB.). Herkunftsmäßig dachte ESCHER-HESS an «Couches rouges». Ich kann ihm nicht widersprechen, obwohl bekanntlich auch im Süd- und «Ultrahelvetikum» (Bürgenstock, Pilatus, Säntis, Vorarlberg) «Couches rouges»-Horizonte nicht völlig fehlen.

Schalenwand keine gleiche, gesetzmäßige kristallographische Orientierung, bei der bekanntlich das Polarisationskreuz nie vermißt wird. Bei starker Vergrößerung löst sich die dichte Kalkwand in ein Mosaik von sehr feinen Kalzitkörnern auf. Die ursprünglich kreisförmigen Durchschnitte sind häufig bruchlos deformiert, mehr oder weniger stark eingebault, sodaß man den Eindruck erhält, als wären die Gehäuse im Leben weich und biegsam gewesen. Es fehlt nicht an Stellen, wo «Orbulinarien» die dunklen Durchschnitte dieser neuen Form einbiegen, ohne selbst irgendwelchen sichtbaren Schaden zu nehmen⁹⁹.

Zahlenmäßig sind in beiden Schliffen Globotruncanen und «Orbulinarien» weitaus im Übergewicht.

Dieses ganze Verhalten erinnert auffallend an jene Kleinforaminiferen, die J. DE LAPPARENT 1918 in einer mikropaläontologischen bedeutungsvollen Studie über die Oberkreide der Westpyrenäen unter dem Artnamen *L. sphaerica*¹⁰⁰ abgebildet und ausführlich beschrieben hat (S. 18, Taf. 2, Fig. 1; Taf. 3, Fig. 2). Was DE LAPPARENT aber unter *L. sphaerica* versteht, paßt nun denkbar schlecht zu den Vorstellungen, die wir uns schweizerischerseits von der typischen *L. sphaerica* des Seewerkalkes zu machen gewohnt sind. Letztere zeigt, wie man sich anhand jedes Seewerkalk-Schliffes sofort überzeugen kann, Merkmale, die den Angaben von DE LAPPARENT in vielem diametral entgegenstehen.

So erscheint ihre Wandung im Auflicht glasig-transparent (bei DE LAPPARENT milchweiß-opak), im gewöhnlichen durchfallenden Licht leuchtend-hellweiß (gegenüber dunkelgrauschwarz) und bei X Nicols mit prachtvollem Achsenkreuz als kennzeichnendes Merkmal radialer Faserung, welch letztere Eigenschaft ausnahmsweise bei günstig überlieferten Individuen auch im gewöhnlichen Durchlicht einwandfrei zu sehen ist.

Hin und wieder glaubt man einen schichtigen Aufbau zu erkennen und Partien mit mikrokalzitischer Struktur (ähnlich Taf. 14, Abb. 1 bei DE LAPPARENT 1923).

Diese ungewöhnliche Auffassung von *L. sphaerica* durch DE LAPPARENT muß auf einem Irrtum beruhen. Bestärkt wird man in dieser Vermutung weiterhin durch die Tatsache, daß DE LAPPARENT umgekehrt unter dem Namen *L. orbulinaria* n. sp. eine Art neu beschreibt (1918, S. 20), die in allen wichtigen Merkmalen mit der echten *L. sphaerica* KAUFM. unserer Fassung identisch ist¹⁰¹.

⁹⁹ Ich möchte nicht verschweigen, daß ich eine Zeitlang unschlüssig war, ob die beschriebenen Strukturunterschiede wirklich primär gedeutet werden dürfen, oder ob wir darin nicht einfach einen sekundären Vorgang, ein Werk der Diagenese zu erblicken haben. Als ein gewisses Argument für diese Auffassung ließe sich die Tatsache anführen, daß mir wirklich einzelne Seewerkalk-Vergleichsschliffe zu Gesicht gekommen sind, worin das glänzende Weiß der *O. sphaerica*-Gehäuse teilweise getrübt erscheint und Hand in Hand damit auch das Auslöschungsvermögen verloren geht.

Ein solch auswählendes Vorgehen der Diagenese wäre an und für sich für unser Einzelgeröll aus der Nagelfluh noch denkbar. Bekanntlich aber haben DE LAPPARENT, WANNER und VÖGLER — wir werden darauf zurückzukommen haben — einen gleichen Isomorphismus innerhalb der «Orbulinarien»-Faunen aus Fundgebieten nachgewiesen, deren tektonische Geschichte sehr viel ruhiger verlief, als die des alpinen Raumes. Es wäre ein müßiges Unterfangen mit obigem Einwand ihren, an überaus reichen und tadellos überlieferten Mikrofaunen gewonnenen Vorstellungen begegnen zu wollen.

Ich halte mich deshalb für berechtigt, auch in meinem Einzelfall an obiger Auffassung festzuhalten. Das Grundsätzliche meiner nomenklatorischen Berichtigungen wird zudem durch diesen Einwand in keiner Weise berührt.

¹⁰⁰ Es ist vom sprachlichen Standpunkt aus natürlich kein Fortschritt, wenn man die Schreibweise «*sphaerica*» bei KAUFMANN in «*spherica*» abändert, wie DE LAPPARENT 1918, S. 19, es tut.

¹⁰¹ Man vergleiche dazu etwa Taf. 2, Fig. 1, 1918 und Taf. 14, Fig. 1, 1923 bei DE LAPPARENT mit HEIM, ARN. 1910, Atlas, Fig. 1, 2.

Der Sachverhalt scheint uns nun folgendermaßen zu liegen: Als DE LAPPARENT die «Lagenen»-Fauna der Oberkreide von Hendaye bearbeitete, lag ihm neben der echten Seewerkalk-Lagena *L. sphaerica* KAUFM. noch eine neue, isomorphe, anhand ihrer strukturellen Unterschiede aber deutlich abtrennbare Form vor, eben jene, von der eingangs die Rede war. Auf Grund der knappen Diagnose KAUFMANNs parallelisierte DE LAPPARENT nun versehentlich diese bisher unbeachtet gebliebene Art mit *L. sphaerica*. Umgekehrt sah er nun folgerichtig die *L. sphaerica* im Sinne KAUFMANNs als neu an und schuf dafür den Namen *Lagena orbulinaria* n. sp.

Damit wird nun ohne weiteres verständlich, daß DE LAPPARENT (1918, S. 20) unter Anspielung auf ARN. HEIM (Churfürsten-Mattstock, Atlas 1910) behaupten konnte, seine *L. orbulinaria* n. sp. sei auch im Seewerkalk der Schweizeralpen vorhanden, hier aber bisher stets mit *L. sphaerica* zusammengeworfen worden.

Diese Typusverwechslung DE LAPPARENTs, dessen sich, wenn ich recht sehe, auch WANNER (1940) und sein Schüler VOGLER (1941) nicht bewußt geworden sind, hat ihr nomenklatorisches Nachspiel: *L. orbulinaria* DE LAPP. ist als Synonym von *L. sphaerica* KAUFM. einzuziehen. *L. sphaerica* DE LAPP. (non KAUFMANN) aber muß wohl oder übel neu benannt werden. In Anlehnung an die WANNERSche Neugruppierung der fraglichen «Lagenen» bringe ich in Vorschlag: *Cadosina lapparenti* n. nom.

2. Lagenidae

Frondicularia sp.

(Taf. 9, Fig. 4)

Im mikroskopischen Bild der Präalpen-Malmgerölle vom Typus des sog. «calcaire gruemeleux» kehren immer wieder kleinwüchsige, zierliche Foraminiferen von nodosaridem Bau. Ihre gekrümmten, stark umfassenden Kammern reiten an umgekehrt V-förmigen Nähten aufeinander, worin sich das Gattungsmerkmal von *Frondicularia* DEFR. zu erkennen gibt.

Es sind längliche, aus einer geraden Kammerreihe bestehende Gehäuse, die gegen die Endkammer stetig an Breite zunehmen. Die Wandung besteht aus hyalinem Kalzit, der im durchfallenden Licht bei X Nicols deutlich die Erscheinung der Aggregatpolarisation zeigt. Hin und wieder erfährt die sonst weiße, glänzende Gehäusesubstanz eine eigentümliche Gelbfärbung, wie wir sie ähnlich von *Globochaete alpina* LOMB. (vordem Organismus D) her kennen, wo sie bekanntlich als eines der kennzeichnenden, diagnostischen Merkmale gelten darf.

Die Anzahl der Gehäusekammern wechselt. Unter starker Vergrößerung hebt sich bei günstigen Durchschnitten der graue Füllkalzit der Kammerlumina (Steinkern!) vom leuchtend weißen Kalzit der Gehäusewand ab.

Die Maßzahlen schwanken stark, was vielleicht darauf hindeutet, daß das Genus mit mehr als einer Art vertreten ist. Sie liegen zwischen folgenden Extremwerten (in mm)¹⁰²:

Länge	Breite	Kammerzahl
0.38	0.01	11—13
0.23	0.083	4—6

Unter den begleitenden Mikroorganismen ist die Dreiergruppe *Trocholina alpina* (LEUP.), *Clypeina jurassica* FAVRE & RICHARD und *Pseudocyclammina* sp. hervorzuheben, deren Vertreter bald einzeln, bald gesamthaft in Er-

¹⁰² Zum Vergleich sei auf die Frondicularien hingewiesen, die MOHLER (1938, 25) aus der Dogger-Malmgrenze im NW-schweizerischen Jura angibt. Sie erreichen bis 0.7 mm Länge und damit rund das Doppelte unserer Individuen.

scheinung treten. Durch diese Foraminiferenkombination ist das auch aus faziell-lithologischen Gründen anzunehmende Malmlager festgelegt. Besonders auffallend aber ist das häufige Zusammengehen der Frondicularien mit einem Mikroorganismus des Planktons, nämlich der formenreichen *Globochaete alpina* LOMB., was wohl auch gewisse Rückschlüsse auf die Lebensweise der ersteren zuläßt.

Vorkommen: In Klippenmalingeröllen der Baarburgnagelfluh (Torton), in den onkolithisch-oolithischen Malmkalken der Speernagelfluh (Chatt), gleichfalls auf sekundärer Lagerstätte in einem Malmgeröll aus dem Mokauskonglomerat des Torrent de Nairvaux (Simmendecke, Westschweiz).

3. Ophtalmidiidae

Nautiloculina MOHLER 1938

a) *Nautiloculina* cf. *oolithica* MOHLER im Präalpenmalm

(Taf. 9, Fig. 5)

Sporadisch gesellt sich zu der tithonverdächtigen Lebensgemeinschaft *Trocholina-Pseudocyclammina-Clypeina* ein weiteres Foraminifer, dessen kennzeichnendes Merkmal planspirale Aufrollung und völliges Umfassen der Kammern nach Nautilusart ist.

Fig. 5 zeigt einen leicht schiefen Achsialschnitt dieser Form und stammt von einem onkolithisch-oolithischen Malmkalk präalpiner Fazies, dessen sonstiger Fossilinhalt (*Trocholina alpina*, *T. elongata*, *Clypeina* sp.) dem Geröll bereits einen recht hohen Sitz innerhalb des Malms zuordnet. Es stammt aus der immer wieder zu erwähnenden Basisnagelfluh der Baarburg (Torton).

Wie erwähnt ist das Gehäuse in ebener Spirale eingerollt und besitzt drei völlig involute Umgänge. An der Peripherie zeigen die Windungen glasklare Kalzitfüllung, während gegen die Achse hin die Kammerlumina von dunkler, porzellaniger Füllsubstanz eingenommen werden, ein einprägsames Merkmal, das die Erkennung der Art im Achsialschliff ungemein erleichtert. Die Wandung ist imperforat-kalkig und hebt sich auch in der Achsialgegend bei auffallendem Licht deutlich vom weniger fein struierten «Füllkalzit» ab.

Äquatorialansichten vermag ich nicht beizubringen, aber die angeführten Kennzeichen genügen, um die Form zur Gattung *Nautiloculina* zu stellen, die MOHLER (1938, S. 18, Taf. 4, Fig. 1–3) für eine Foraminiferenart des nordwestschweizerischen Juras geschaffen hat. Das zeitliche Auftreten des Genotypus *N. oolithica* schwankt dort zwischen mittlerem Raurace («oolithe rauracienne») und oberstem Sequan (letzte Verenaschicht), in den Alpen liegt ein erstes Hauptverbreitungsgebiet der Gattung etwas höher, an der Grenze Tithon-Unterkreide.

Zwischen präalpiner und jurassischer Fazieszone schlagen die *Nautiloculina* im Helvetikum eine Brücke, beispielsweise die Funde von MAYNC aus den «Grenzschichten» (Obertithon) der Titliskette (1938, S. 65, Taf. 4, Fig. 12)¹⁰³.

Auch hier ist es unmöglich anhand der Achsialbilder die Frage zu entscheiden, ob es sich bei diesen alpinen *Nautiloculina* um Formen handelt, die mit dem Genotyp *N. oolithica* artlich identisch sind. Nach MOHLER verhält sich jene über ihre ganze vertikale Verbreitung hinaus konstant. Und es besteht durchaus die Möglichkeit, daß *N. oolithica* im Basler Jura auch noch unverändert in den obersten Malm hinaufsteigt, da die Untersuchungen MOHLERs in den Grenzschichten von Sequan/Kimmeridge abbrechen. In Berücksichtigung dieser Umstände bezeichne ich meine *Nautiloculina* vorläufig als *Nautiloculina* cf. *oolithica*.

¹⁰³ Was er dort als *Nummuloculina* sp. benennt, ist (wie aus seiner Anmerkung hervorgeht) auf *Nautiloculina* zu beziehen. Vgl. auch LEUPOLD u. a. 1942, S. 237.

b) *Nautiloculina* n. sp., aff. *oolithica* im Schrattenkalk

(Taf. 9, Fig. 6, 7, 8)

Bereits MOHLER (1938, S. 42) sprach die Vermutung aus, daß die stammesgeschichtliche Entwicklung der Nautiloculinen mit dem Malm nicht abgeschlossen sei. Er stützte sich dabei auf einen mündlichen Hinweis von M. REICHEL, wonach »ähnliche, aber größere, nautiloide Formen« auch noch im helvetischen Schrattenkalk (Oberbarrème-Unterapt) und in den basalen Schichten des provenzalischen Cenomans in Erscheinung treten. Tatsächlich hat REICHEL diesen Formen bereits in seiner Alveolinenmonographie (1936/37, S. 26, 124) unter dem Namen *Planispirina* sp. eine vorläufige Beschreibung gewidmet¹⁰⁴. Ihre Vorläufer sieht er in ähnlichen, aber kleinwüchsigen Arten, die sich schon im Jura einstellen. Jene jurassischen Ahnenformen sind es offenbar, die dann wenig später MOHLER Anlaß zur Gründung des neuen Genus *Nautiloculina* geben.

Nautiloculinen, die mit oberwähnten Formen des Schrattenkalkes z. T. sicher identisch sind, lassen sich nun auch in den Urgongeröllen der Baarburg-Nagelfluh nachweisen. Ihr guter Erhaltungszustand und das Vorliegen der diagnostisch wertvollen Äquatorialschnitte rechtfertigen eine nähere Beschreibung und Abbildung:

Im Achsialschnitt (Fig. 6) besitzt das porzellanige, kalkig-imperforate Gehäuse rundelliptische Form. Vielfach zeigt die Außenwand Tendenz zu leichter Agglutination. Die Umgänge sind völlig umfassend, nautiloid in ebener Spirale eingerollt. Die Kammerlumina sind gegen den Umfang hin in der für *Nautiloculina* durchaus bezeichnenden Weise durch glasklaren, weißen Kalzit aufgeheilt; gegen die Achse hin nimmt dichter Kalk überhand, der im auffallenden Licht milchig und opak, im durchfallenden undurchsichtig-grauschwarz erscheint (ganz nach Art des «calcite granuleux» im Sinne von DE LAPPARENT 1923).

Im Äquatorialschnitt (Fig. 7) kommen bis 6 Windungen zur Geltung. Die Anzahl der Kammern pro Umgang nimmt mit dem Wachstum zu, von ca. 5 der ersten Spirale bis auf 16 in der vorletzten (5.) Windung. Die Septen schauen leicht nach rückwärts und sind an den Enden oft deutlich verdickt. Es liegt ein makrosphärisches Individuum mit großer, kugeligter Embryonalkammer vor.

Wie aus der Beschreibung hervorgeht, zeigt die Art enge Beziehungen zu *Nautiloculina oolithica* MOHLER, von der sie sich aber vor allem durch bezeichnenden Riesenwuchs (bis 2 mm Äquatorialdurchmesser) zu unterscheiden scheint. Tatsächlich erreichen einige der mir vorliegenden Stücke Maßzahlen, die jenseits der individuellen Spielweite und Streuung liegen, wie sie vom Genotypus *N. oolithica* und den nah verwandten hochjurassischen Formen des alpinen Raums bisher bekannt geworden sind. Die beigegebene Tabelle 7 mag dies veranschaulichen.

Es muß offenbar eine neue Art vorliegen. Doch scheint mir ihre Aufstellung allein auf Grund des von mir eingesehenen Dünnschliff-Materials noch nicht ganz gerechtfertigt. Ich schließe sie deshalb einstweilen unter n. sp., aff. an die nahe verwandte Art *N. oolithica* MOHLER an.

Auf primärem Lager findet sich die Form im Schrattenkalk des Helvetikums (von der Schweiz bis in das Dauphinois, vgl. dazu BLANCHET 1918, Taf. 1, Fig. 2). Auf sekundärem Lager kehrt sie nach meinen Beobachtungen wieder in den Schrattenkalkgeröllen von der Baarburg und wahrscheinlich auch in den (seltenen) Urgongeröllen von Tristelfazies aus der RRN (Fig. 8).

Abschließend mag hier noch auf eine weitere Gruppe nautiloider, planspiraler Foraminiferen hingewiesen werden, denen man mitunter im Schratten- und Tristalkalk begegnet (Fig. 9). Sie

¹⁰⁴ Nach liebenswürdigen, schriftlichen und mündlichen Hinweisen von Prof. M. REICHEL-Basel bin ich in der Lage, diese Angaben zu ergänzen. Bei den *Planispirinen* aus dem Cenoman von Südfrankreich handelt es sich um Formen, die dem Schrattenkalk fehlen. Was im alpinen Urgon so genannt wurde, sind fast ausnahmslos richtige Nautiloculinen.

Spezies	Fundort (AUTOR)	Alter	Durchmesser		D. äquatorial/ D. achsial	Umgänge	Bemerkungen
<i>Malm-Unterkreide</i>							
<i>N. oolithica</i>	Jura (MOHLER)	Raurac-Sequan	0.45-	0.60	0.23 -0.35	1.61—1.96	im letzten Umgang meist 14 verdickte Septen, Kammerzähl im 1. Umgang 7—9
<i>N. cf. oolithica</i>	Titlis (MAYNC)	Obertithon	0.65 1.14	— 0.44	— 0.47	— 2.69	MAYNC 1937, S. 65, Taf. 4, Fig. 12, schlecht erhalten
<i>N. cf. oolithica</i>	Nagelfluh	Tithon	0.77	0.47	—	ca. 3	Taf. 9, Fig. 5
<i>N. cf. oolithica</i>	Churfürsten	Berrias	0.87	0.43	—	1—5	rundoval, mit « <i>Coscinoconus elongatus</i> »
<i>Urgon (Schrattenkalk, Tristelbrekzie)</i>							
<i>N. n. sp., aff. oolithica</i>	Nagelfluh	Schrattenkalk	1.93	1.03	—	1.88	Durchmesser der Wandung 0.031 bis 0.034 mm, Taf. 9, Fig. 6, Schnitt stark schief zur Achse
			0.82	—	—	6	im 3. Umgang ca. 12, im 4. ca. 14, im 5. gegen 16 Kammern, makrophärisch, Taf. 9, Fig. 7
			0.76	—	—	6	
<i>N. n. sp., aff. oolithica</i>	Isère (BLANCHET)	Schrattenkalk	1.05	—	—	—	im 4. Umgang ca. 12 Kammern, Septenenden leicht verdickt, engspiralig, BLANCHET 1918, Taf. 1, Fig. 2, Mikrosphäre
<i>N. n. sp., aff. oolithica</i>	Nagelfluh	Tristelbrekzie	0.64	0.37	—	1.73	Makrosphäre? Taf. 9, Fig. 8
<i>Nautiloculina sp.</i>	Voralberg	Schrattenkalk	1.07	0.70	—	1.53	Taf. 9, Fig. 9
	Säntis	Schrattenkalk	1.6	0.93	—	1.72	dicke Wände, kalkig-agglut.
	Guschagrät	Schrattenkalk	1.06	0.61	—	1.74	spitzelliptisch, kalkig-agglut.
	Nagelfluh	sicheres Urgon	0.57	0.33	—	1.73	dickwandig, kalkig-agglutinierend

Tab. 7. Maßzahlen der Nautiloculinen von Oberalm und Unterkreide

erinnern in hohem Maße an die eben beschriebenen Nautiloculinen, zeichnen sich aber durch bräunliche Farbe und sicher agglutinierte Wandungen aus. Auch die Rekristallisation in den Scheitelpartien der Kammern ist weniger ausgeprägt.

Größenmäßig zeigen sich bei dieser Art gleichfalls beträchtliche Unterschiede (vgl. Tab. 7), wobei ich die Frage offen lasse, inwieweit sich hinter diesen Größenschwankungen ein geschlechtlicher Dimorphismus verbirgt (wie wir denn überhaupt über makro- und mikrosphärische Generation bei *Nautiloculina* ganz allgemein noch nicht genügend unterrichtet sind).

Ich möchte vorläufig diese agglutinierte Form nicht unter *Nautiloculina* n. sp., aff. *oolithica* einbezogen wissen. Doch halte ich eine artliche Übereinstimmung nicht für ganz unmöglich, da es ja nie an warnenden Stimmen gefehlt hat (u. a. DAVIES 1939, S. 780), den klassifikatorischen Wert einer Unterscheidung nach dem Schalenmaterial nicht zu überschätzen.

Schon MOHLER hat im Falle des Basler Juras die enge Bindung von *Nautiloculina oolithica* an Sedimente oolithischer Fazies hervorgehoben und diese Erkenntnis sogar nomenklatorisch verankert. Den gleichen Faziesleitwert behält dem Anschein nach die Gattung auch im Verlaufe ihrer weiteren Entwicklung bei. Wo immer die onkolithisch-oolithische Fazies im alpinen Faziesraum auftritt — angefangen von den Oolithen des oberen Malm und der Malm/Kreidegrenze über den Oehrli- und Valangekalk bis hinauf zum Schrattenkalk und zur Tristelbrekzie — stellen sich auch Nautiloculinen getreulich ein.

***Trocholina* PAALZOW 1922 (= *Coscinococonus* LEUPOLD 1935)¹⁰⁵**

(Taf. 10, Fig. 10—13)

Je tiefer wir in der mesozoischen Schichtreihe hinabrücken, desto schwieriger wird es, Gerölle bloß auf Grund von einzelnen Leitforaminiferen, ohne Zuhilfenahme der petrographischen Fazies, einzustufen. Denn es fehlen einmal weitgehend die stratigraphisch so wertvollen Großforaminiferen der Oberkreide und des Alttertiärs, und andererseits ist die vorhandene Foraminiferenfauna noch sehr dürftig auf ihren zeitlichen Leitwert hin untersucht.

Dies gilt u. a. auch für die Gattung «*Coscinococonus*» LEUPOLD, die mit ihren zwei Vertretern *C. alpinus* LEUP. und *C. elongatus* LEUP. in den Geröllen vom Typus des Präalpenmalms (vgl. S. 37) eine beherrschende Stellung unter den Kleinlebewesen einnimmt. Angesichts der Divergenzen im einschlägigen Schrifttum war es notwendig, die Eignung dieser Formen als Zeitindikatoren (für Tithon-Unterkreide!) zu überprüfen. Dabei zeigte sich bald, daß hier noch verschiedene Fragenkomplexe ihrer Klärung harren. Die folgenden Ausführungen seien als Vorarbeit zu einer Revision der ganzen Gruppe gedacht.

a) Die räumliche und zeitliche Verbreitung von *Coscinococonus* und *Trocholina*

Im Jahre 1935 gaben LEUPOLD & BIGLER unter dem Namen *Coscinococonus* eine neue Foraminiferengattung aus dem helvetischen Malm bekannt. Angesichts der auffälligen Scharung aller Fundpunkte um die Tithon-Kreidegrenze war es damals nach dem Stand der Forschung gerechtfertigt, den beiden Spezies der Gattung, *C. alpinus* LEUPOLD (Genotyp; vgl. Taf. 10, Fig. 11) und *C. elongatus* LEUPOLD eine auf Obertithon-Berrias beschränkte Lebensdauer zuzusprechen. Kurz darauf (1936b) kam PFENDER auf die Gattung *Coscinococonus* zurück. Sie stimmt mit LEUPOLD & BIGLER insoweit etwa überein, als auch sie für die Basse Provence eine

¹⁰⁵ Die grundlegende Trocholinenarbeit von HENSON (s. Literaturnachtrag 1948) konnte bei der Fassung dieses Abschnittes nicht mehr berücksichtigt werden. Auch HENSON neigt dazu, *Coscinococonus* und *Trocholina* als synonym anzusehen. An dieser Tatsache ist angesichts der Dünnschliffabbildung, die obgenannter Autor vom Genotypus *Trocholina conica* (SCHLUMBERGER) gibt, nicht mehr zu zweifeln. Fraglicher scheint mir, ob die neugeschaffenen Trocholinenspezies HENSONs alle zu Recht bestehen. So wäre ich nicht erstaunt, wenn *Trocholina palastiniensis* HENSON als Synonym von *Trocholina alpina* (LEUPOLD), resp. *T. elongata* (LEUP.) eingezogen werden müßte.

Hauptentfaltung der beiden *Coscinoconus*-Arten im P o r t l a n d und im V a l a n g e (Valange s. s.) feststellt. Darüber hinaus aber reicht nach ihr *C. alpinus* noch höher hinauf, nämlich bis ins typische Urgon (Oberbarrême-Unterapt mit Orbitolinen, *Orbitolinopsis*, *Salpingoporella mühlbergi*), und das nicht nur in der provenzalischen Kreide, sondern auch im Helvetikum (Diableretsdecke!). Weiter setzt PFENDER das Erscheinen der Gattung stratigraphisch sehr viel früher an, mindestens im oberen Bathon (Provence, Ubaye¹⁰⁶, Syrien), wenn nicht gar im Lias (Unterlias von Navajas b. Valencia, 1936b, S. 210, 1939b, S. 2). Und zwar sollen sowohl *Coscinoconus alpinus* als auch *C. elongatus* ohne irgendwelche Veränderungen vom Lias bis ins Urgon durchlaufen. Doch kommt uns solche Formenkonstanz über eine so beträchtliche Zeitspanne hinweg vorerst noch etwas problematisch vor.

Seither sind die Fundpunkte im D o g g e r vermehrt worden. ANDRE LOMBARD (1940) erbrachte den Nachweis von *C. alpinus* und *C. elongatus* für den oberen Dogger der Präalpen im Chablais, nach neuesten Angaben von RENZ & REICHEL (1945) erscheint das betreffende Coscinoconenpaar auch im oberen Bajoce und im Bathon Süd griechenlands.

Hinsichtlich der U n t e r k r e i d e haben die Angaben PFENDERS über das Persistieren von *Coscinoconus* willkommene Bestätigung erfahren durch SCHLATTER für den Valange- und Schrattenkalk der Säntisdecke und durch RENZ & REICHEL für wahrscheinliche Urgongesteine in Griechenland. Schließlich kenne ich aus eigener Anschauung Coscinoconen (und zwar hochkegelige Typen vom Muster des *C. elongatus* wie auch flachkonische vom Aussehen des *C. alpinus*) aus sicheren Urgongeröllern der Molassenagelfluh und aus anstehendem helvetischem Schrattenkalk (Taf. 10, Fig. 10).

Wie wir aus der absichtlich etwas eingehend vorgetragenen Übersicht entnehmen können, ist nun die Gattung *Coscinoconus* ausschließlich auf den a l p i n - m e d i t e r r a n e n Faziesbereich beschränkt. Tatsächlich kenne ich keine Schriftstelle, worin sie aus dem mitteleuropäischen Raume genannt würde. Man mag dies im Sinne einer scharfen, tiergeographischen Grenze deuten. Doch glaube ich, daß die Erklärung für dieses Verhalten in anderer Richtung zu suchen ist.

Es muß nämlich auffallen, daß beim Übertritt aus der Tethys auf den mitteleuropäischen Schelf *Coscinoconus* durch ein a n d e r e s Foraminiferengenus abgelöst wird in Gestalt von *Trocholina* PAALZOW, dessen morphologische Ähnlichkeit mit *Coscinoconus* nach Ausweis der vorhandenen Abbildungen¹⁰⁷ tatsächlich so weit geht, daß man versucht ist von einem regelrechten D o p p e l g ä n g e r zu reden. Schon LEUPOLD hat ja diese Übereinstimmung im äußeren Habitus gebührend hervorgehoben.

Ihre Erstbeschreibung erfuhr die Gattung durch PAALZOW (1922) aus den Parkinsoni-Mergeln des Frankenjuras. Seither haben sich die Fundpunkte in rascher Folge gehäuft und verteilen sich nun bereits über ganz Mitteleuropa¹⁰⁸.

¹⁰⁶ Vgl. KILIAN & HOVELACQUE 1900, Taf. 4, Fig. 3 (= Fig. 4!), dort aber irrtümlicherweise dem Lias zugerechnet. Es ist recht aufschlußreich, daß die Coscinoconen PFENDERS später bei MARTIN (1938) als Trocholinen wiederkehren.

¹⁰⁷ Ein exakter Vergleich leidet allerdings daran, daß sich unsere Kenntnis über *Trocholina* fast ausschließlich auf äußerliche Merkmale stützen muß und wir an Dünnschliffansichten so gut wie nichts besitzen. Umgekehrt sind uns die alpinen Coscinoconen wohl aus Dünnschliffen recht vertraut, über die Feinheiten des äußeren Aspektes (Nabelornamente!) lassen sie aber selten mehr als Vermutungen zu.

¹⁰⁸ Unter den unterschiedenen Arten wären aber einige auf ihre Synonymie hin zu prüfen. So vermutet WICHER (1942, 58), daß *Trocholina nidiformis* BRÜCKMANN nur ein mangelhafter Erhaltungszustand von *T. transversarii* PAALZOW darstellt.

Wir zitieren kurz:

Normandie: Grande oolithe von Caen (Bathon); Oxford von Dives; PAALZOW 1922.

NW-Deutschland: Ornaten- bis Heersumerschichten (Callov-Oxford); BARTENSTEIN & BRAND 1936, WICHER 1942.

Jura NW-Schweiz: Unt. Hauptrogenstein-Ferrugineusoolith (ob. Bajoce-unt. Bathon); MARTIN 1938.

Schwäbisch-fränkischer Jura: Parkinsoni-Mergel (Wende Bajoce-Bathon); Ornatenon (Ob. Callov); Transversarius-Schichten und Impressa-Tone (Argov); ? Ulmer Zementmergel (Unt. Portland); FRENTZEN 1941, KUHN 1936, PAALZOW 1922, 1932.

Osteuropa: Strambergerkalk von Nesselsdorf in Mähren (Tithon); ob. Dogger von Memel; PAALZOW 1922.

Es deckt sich somit die stratigraphische Verbreitung von *Trocholina* im großen ganzen mit jener der Gattung *Coscinoconus*. Im Verein mit den Gemeinsamkeiten im äußeren Aspekt läßt dieses auffällige zeitliche Zusammengehen den Verdacht aufkommen, daß hier vielleicht ein und dieselbe Formengruppe vorliegen könnte, die bald als *Coscinoconus*, bald als *Trocholina* angesehen wurde, je nachdem der jeweilige Autor von mitteleuropäischer oder alpiner Warte aus an die Bestimmung herangetreten ist.

In diesem Zusammenhang verdient die Tatsache Beachtung, daß *Trocholina* sporadisch auch aus alpinem Gebiet genannt wird.

So zieht LEUPOLD (1935) die Existenz «echter» Trocholinen Seite an Seite mit *Coscinoconus alpinus* und *elongatus* für das helvetische und präalpine Tithon-Berrias in Betracht. Und MARTIN (1938) nimmt das bei KILIAN & HOVELACQUE (Taf. 4, Fig. 3—4) abgebildete Foraminifer als *Trocholina* für sich in Anspruch, wohl in Unkenntnis der Tatsache, daß schon vorher PFENDER (1936b) dieselbe Abbildung bereits an die Gattung *Coscinoconus* vergeben hatte. Hier ist also die Überschneidung der Begriffe nachweisbar eingetreten, die wir in anderen Fällen nur vermuten können.

Schließlich ließen sich Trocholinen auch in einem räumlich sehr entlegenen Teil der Tethys feststellen, nämlich in *Neocomites neocomiensis* führenden Unterkreidemergeln W-Borneos (MOHLER 1946).

b) *Coscinoconus* LEUPOLD 1935, ein Synonym von *Trocholina* PAALZOW 1922

Es drängt sich somit auf Grund sowohl der zeitlichen als auch räumlichen Betrachtungsweise die Frage auf: Gibt es strukturelle Gründe, die zwingend genug sind, um eine generische Aufteilung des ihrem äußeren Aspekt nach zweifellos nahe verwandten Formenkreises um *Coscinoconus* und *Trocholina* zu fordern? Ein Beantwortungsversuch in dieser Fragestellung hat am besten auf dem Wege über die beidseitigen Diagnosen zu geschehen.

Es kommt uns dabei zustatten, daß heute, insbesondere über *Trocholina*, weiteres und besseres Tatsachenmaterial zur Verfügung steht, als es LEUPOLD seinerzeit vorgelegen hatte, der sich mit sehr stark rekristallisiertem *Coscinoconen*-material begnügen mußte.

Wenn PAALZOW dem von ihm geschaffenen Genus folgende Diagnose mitgibt (Fassung 1932, S. 140):

«Ungekammerte, in konischer Spirale einem aus kristallisiertem Kalk bestehenden Kern aufgewachsene Röhren. Schale über dem Wohnraum der Sarkode porös, an den dem Kern aufgewachsenen Lagen dicht, so daß das Gehäuse aus spiral angeordneten abwechselnd porösen und dichten Streifen zu bestehen scheint»,

so läßt sich das ohne Zwang auch von *Coscinoconus* sagen (Genusdiagnose 1935, S. 618), allerdings unter der einen grundlegenden Voraussetzung, daß man Innenraum und Kegelspirale bei *Coscinoconus* im Sinne einer *Trocholina* umdeutet.

Bekanntlich neigt LEUPOLD in seiner Typusbeschreibung dazu, die Spirale als massiv, im perforat-kalkig, anzusehen und den Wohnraum in die (ursprünglich hohle!) Zentralpartie zu verlegen, in der dann nachträglich Kalk in Form einer Spindel zum Absatz und zur Rekristallisation gekommen wäre. Aber schon damals beschäftigt ihn der von uns erneut aufgegriffene Einwand «ob es nicht möglich sei, das opake Wendeltreppen-Element als Wohnröhre zu deuten...», «andererseits die hyaline Kalkmasse des Inneren nicht als Schalenlumen, sondern als zentrale Pfeilermasse aufzufassen». Primäre Abrollung und starke, strukturzerstörende Anlösung und diagenetische Umsetzung des Urmaterials sind dafür verantwortlich, daß der alternative Entscheid zu Gunsten der ersten Auffassung gefällt wurde.

Daß aber auch die andere Interpretation manches für sich hat, möchte ich anhand eines selten gut überlieferten Exemplars von *Coscinoconus* sp. darlegen, das mir bei der Durchsicht von Vergleichsschliffen unter die Augen kam¹⁰⁹. Ich gebe den betreffenden Durchschnitt in Taf. 10, Fig. 12 wieder:

Das kreiselförmige Kegelgehäuse ist ziemlich genau der Achse entlang durchgeschnitten. Von der Spitze aus steigt deutlich eine Röhre spiralig abwärts. Ihre Windungen — 6 an der Zahl — sind etwas voneinander abgesetzt, d. h. es sitzt nicht Umgang umfassend auf Umgang, sondern dazwischen schieben sich strukturlose Lagen von rekristallisiertem Kalzit.

Der Querschnitt der Windungen schwankt, ist aber nie kreisrund, sondern am ehesten etwa als tropfenförmig zu bezeichnen.

Trotz dem guten Erhaltungszustand ist die zentrale Kalkspindel, an die sich die Umgänge anlehnen, bereits weitgehend zu hyalinem, körnigem Kalzit umgewandelt, während die dunklere Füllung der Wohnröhre vor solcher Umsetzung — wie es ja selbst bei schlecht überlieferten Individuen normalerweise der Fall ist — verschont blieb. Vom zentralen Kalkpfropfen aus greift die Umkristallisation bereits zwischen den Umgängen durch zerstörend nach außen. Aus der Tatsache, daß der Kalkzement des umgebenden Gesteins noch nicht in jenem Maße in hyalinen Kalzit umgewandelt ist, wie wir es an organogen-detritischen Kalken vom Urgontypus mehrheitlich gewohnt sind, darf man wohl vergleichsweise auf die hohe Empfindlichkeit des Nabelpfropfens gegen diagenetische Einwirkung schließen.

Mit zum typischen Erscheinungsbilde aller *Coscinoconus*-Durchschnitte gehören kurze, stäbchenartige, dunkle Lamellen, die von der Kegelbasis in die zentrale Kalkspindel hineinragen. Es sind die «Draperien» LEUPOLDS. Unser Individuum hat sie — ein seltener Glücksfall — auch auf der Höhe der älteren Umgänge noch leidlich bewahrt. Man hat die Draperien wohl im Sinne einer Ornamentierung der Nabelfläche zu deuten, etwa nach Art der Warzen- und Leistendekoration gewisser Trocholinen (vgl. dazu die schöne Abb. bei WICHER 1942, Taf. 25, Fig. 2—3). In der außerordentlich wichtigen Frage, ob und in welcher Weise diese äußerlichen Dekorationen mit einem evtl. Pfeilersystem im Inneren zusammenhängen könnten, weiß auch unsere Fig. 12 keinerlei Antwort zu erteilen.

Daß der vorstehend mit Absicht ausführlich beschriebene *Coscinoconus*-Durchschnitt für alpine Verhältnisse tatsächlich nicht alltäglich ist, zeigt der Vergleich mit Taf. 10, Fig. 10, 11 und 13, welche Individuen in der Erhaltungsweise wiedergeben, wie sie uns gewöhnlich überliefert ist.

Die Dreiergruppe von Fig. 11 stammt aus einem Tithon-Unterkreide-Geröll präalpiner Fazies. Es sind alles Angehörige des Formenkreises *Coscinoconus alpinus* mit stark konvexer Basis und weit fortgeschrittener Rekristallisation. Deshalb sind die basalen Anhänge, die in den

¹⁰⁹ Schliff 325 mit der Überschrift «Urgon?, erratisch?». Es liegt, wie ESCHER-HESS in seinem feinen Gefühl für petrographische und faunistische Besonderheiten bereits geahnt hat, tatsächlich am ehesten Schrättkalk vor. Urgonähnliche Fazies vom Typus Oehrli- oder Valangekalk ist aus mikrofaunistischen Momenten weniger wahrscheinlich (kleine, halbkugelige *Orbitolinopsis* sp.), womit der altersmäßig mögliche Spielraum überhaupt schon erschöpft ist. Dieser leichten Unsicherheit in der Altersstellung und der Tatsache erratischer Herkunft kommen aber bei obiger Fragestellung keinerlei Bedeutung zu. — (Vgl. auch Fußnote 105.)

Kalzitkegel hereinragen, nur schlecht sichtbar. Außer einem schwarzen Außenrand (im Auflicht milchweiß opak!) und den dem Querschnitt der Wohnröhre entsprechenden, dunklen Dreiecken sind alle kalkigen Teile der Diagenese zum Opfer gefallen. Beachtenswert ist, daß die Rekristallisation auch vor den opaken Röhrenlumina nicht Halt macht, wie die vom Zentrum nach außen schreitende Aufhellung vieler Dreiecke darlegt. Wiederum umfassen sich die Umgänge nicht, sondern es legen sich schmale, helle Rekristallisationsstreifen trennend dazwischen.

Bei randlich-tangential geschnittenen Exemplaren verlängern sich die Spitzen der seitlichen Dreiecke immer mehr, bis sie sich in der Mitte zusammenschließen. Fig. 13 zeigt einen dieser häufigen Tangentialschnitte. Er ist fast parallel zum Kegelmantel geführt, streift unten die Röhrenwindungen und schneidet gegen die Spitze zu noch leicht den zentralen Kegel aus hyalinem Kalzit. Die Dreieckspitzen liegen, entsprechend der spiralen Aufwindung, alternierend.

Zusammenfassend läßt sich etwa folgendes sagen: Deuten wir die Struktur von *Coscinoconus* in der oben vorgeschlagenen Art um, so fallen auch die trennenden Merkmale weg, die einer generischen Vereinigung der Formenkreise *Coscinoconus* und *Trocholina* bisher scheinbar so große Schwierigkeiten entgegengesetzt. So gesehen steht der Synonymie der beiden Gattungen nichts mehr im Wege¹¹⁰. Hinsichtlich der Existenz von Perforationen, die PAALZOW 1922 für die Gattung *Trocholina* fordert, lassen die stark rekristallisierten «Coscinoconen» schwerlich eine sichere Entscheidung zu.

c) Artliche Konstanz der «Coscinoconen» vom Dogger bis zur Unterkreide?

Der Umfang der Gattung «*Coscinoconus*» ist bis heute auf zwei Arten beschränkt geblieben, deren beider Typen aus der Malm/Kreidegrenze des Südhelvetikums stammen: *Coscinoconus alpinus* von relativ stumpfkegeliger Gestalt (Taf. 10, Fig. 13) und der windungsreiche *Coscinoconus elongatus* mit schlankem Habitus (ähnlich Taf. 10, Fig. 10).

Es fehlt nun aber, wie wir bereits gesehen haben, im einschlägigen Schrifttum nicht an Stellen, die das Auftreten von «*Coscinoconus*» schon mindestens im Dogger bezeugen, und zwar bereits in Arten, die sich angeblich von *C. elongatus* und *C. alpinus* nicht unterscheiden lassen. Umgekehrt reichen nach den gleichen Stimmen dieselben Arten unverändert noch hoch in die Unterkreide hinauf (Schrattenkalk).

Tatsächlich sind im Faunenbilde des Schrattenkalks «echte»¹¹¹ *Coscinoconen* durch einzelne Vertreter gut belegt, und zwar sowohl *alpinus*- als auch *elongatus*-Formtypen (vgl. u. a. das schöne, windungsreiche Individuum von Taf. 10, Fig. 10 aus dem Schrattenkalk).

Sie scheinen mir im Einzelstück, ohne statistisches Vorgehen, nicht leicht von den Tithon-Valange-Formen unterscheidbar. Doch solange wir aus solch hochkristallisierten Dünnschliffbildern über die taxonomisch offenbar wichtige Ornamentierung der Kegelbasis so gut wie nichts und über Querschnitt und Abstand der Windungen herzlich wenig entnehmen können, wird man gut tun, in dieser Frage keinen Entscheid zu erzwingen. Um keine Sicherheit vorzutauschen, habe ich die betreffenden Formen als *Trocholina* cf. *alpina*, bzw. cf. *elongata* angeführt.

¹¹⁰ Der Gedanke einer generischen Identität von *Coscinoconus*-*Trocholina* ist übrigens auch von anderer Seite (Prof. M. REICHEL, Dr. W. MOHLER) bereits erwogen worden, wie die Diskussionsrede im Anschluß an den Kurzvortrag von W. MOHLER (Jahresversammlung schw. natf. Ges. 1946 in Zürich, vgl. MOHLER 1946) über Trocholinenvorkommen in indonesischer Unterkreide ergab.

¹¹¹ D. h. *Coscinoconen* von dem Aussehen und in der Form und Erhaltungsweise, wie sie für jene des Tithon-Berrias bezeichnend ist. Wir werden nachher noch einen interessanten Fall von «Pseudocoscinoconen» zu besprechen haben.

Man kann natürlich mit SCHLATTER gegen die «Coscinoconen» im Schrattenkalk den Einwand von Aufarbeitung erheben. Nun kennt man ja Beispiele zur Genüge, daß Foraminiferen eine Umlagerung unter Umständen erstaunlich gut überstehen. Selbst ein Erhaltungszustand nach Art von Taf. 10, Fig. 12 wäre an sich als Gegenbeweis also nicht ganz schlüssig.

Dennoch scheint mir die autochthone Natur dieser «Coscinoconen» solange nicht erschüttert zu sein, bis es gelingt, auch umgelagerte Gesteinsbruchstücke festzustellen, die nach Ausweis der Mikroorganismen ebenfalls dem Bereich des Malms oder der tiefsten Kreide entstammen. Dieser Nachweis, den man im Fall der Tristelbrekzie ohne Schwierigkeit zu leisten imstande ist (Calpionellenkalke, vgl. S. 101 und Taf. 9, Fig. 8), steht für den Schrattenkalk meines Wissens noch immer aus. Wie denn überhaupt klastisches Material, abgesehen von Quarzsand, im helvetischen Urgon zu fehlen scheint. Sollte aber der geforderte Nachweis doch einmal erfolgen, dann hätte dies über den einmaligen Ausnahmefall hinaus auf breiter Basis zu geschehen, wenn man damit eine Erklärung für die doch nicht seltenen Schrattenkalk-Coscinoconen schaffen will¹¹².

Was nun die Nennung von «*Coscinoconus*» *alpinus* und «*Coscinoconus*» *elongatus* aus dem Dogger anbetrifft, kann ich ihr nicht volles Vertrauen entgegenbringen. Abgesehen davon, daß es sich in all diesen Fällen offenbar um Bestimmungen nach Dünnschliffen handelt, deren problematische Beweiskraft in dieser Frage wir schon einmal betonten, fällt weiter ins Gewicht, daß auch bei den Trocholinen des Doggers bereits ein ähnliches Formenpaar auftritt wie im Tithon (*C. alpinus* — *C. elongatus*!). Das kommt einem bei Einsicht der Urabbildungen zu den PAALZOWschen Arten *Trocholina elevata* («mit großer Anzahl eng stehender Windungen») einerseits und *Trocholina transversarii* bzw. *Trocholina feifeli* anderseits genügend zum Bewußtsein (PAALZOW 1932, Taf. 11).

Wenn also PFENDER (1936b), wie bereits bemerkt, das Foraminifer auf Taf. 4, Abb. 3—4 in KILIAN & HOVELACQUE mit «*Coscinoconus*» als identisch erklärt und dazu offenbar noch eine spezifische Zurechnung zu *Coscinoconus alpinus* in Betracht zieht, scheint mir das sehr gewagt. Vielmehr muß man MARTIN (1938) Recht geben, wenn er für diese Doggerformen der Ubaye die a priori viel näher liegenden Beziehungen zu den mehr oder minder gleichzeitig lebenden Trocholinen Mitteleuropas aufzeigt.

Es geht aus diesen Ausführungen zur Genüge hervor, daß die systematische Bearbeitung des ganzen Formenkreises «*Coscinoconus*»-*Trocholina* noch sehr im Argen liegt und ein wesentlicher Fortschritt nur durch umfassende Detailuntersuchungen an losem Material wie an Dünnschliffexemplaren erzielt werden kann.

d) Zur Abstammung der Gattung *Trocholina*

CUSHMANN (1940) und GALLOWY (1933) leiten die Trocholinen von planspiralen, kalkig-perforaten Vorgängern her, im Sinne der aufsteigenden Formenreihe: *Spirillina*-*Turrispirillina*-*Trocholina*. Indessen hat schon PAALZOW (1922) geglaubt, bei der Erörterung der phylogenetischen Beziehungen der von ihm neu geschaffenen Gattung *Trocholina* auch *Involutina* TERQUEM (emend. BORNE-

¹¹² Im südhelvetischen Raum beispielsweise hätte dabei die Erosion eine Sedimentdecke von einigen 100 m Mächtigkeit entfernen müssen, um zur Schrattenkalkzeit coscinoconenführende Gesteine der Malm/Kreide-Grenze bloßzulegen. Für solch bedeutende Schichtlücken liegen m. W. keinerlei Anzeichen vor.

MANN 1874)¹¹³ in den Kreis seiner Betrachtungen einbeziehen zu müssen. Doch entscheidet er sich schließlich für eine Entwicklung über konisch aufgerollte Spirillinen (dem späteren Genus *Turrispirillina* CUSHMAN), die aus statischen Gründen bestrebt gewesen wären, den Nabelhohlraum durch sekundäre Kalkausscheidung zu verschließen.

Auf Grund eigener Beobachtungen möchte ich den von PAALZOW nicht weiter verfolgten Gedanken wieder aufnehmen und die Frage wenigstens zur Diskussion stellen, ob *Involutina* nicht doch mit an den Ausgangspunkt der oben skizzierten Entwicklungsreihe gestellt werden könnte. Dies ließe sich vielleicht in der Weise denken, daß sich in einem gewissen Zeitpunkt bei den planspiralen Involutinen die Tendenz zu konischer Aufrollung durchsetzte und Hand in Hand damit die eine Nabelscheibe (auf der Spiralseite) rückgebildet wurde.

Die Anregung zur Entwicklung solcher, auf den ersten Blick sicher gewagt erscheinender Spekulationen gaben zwei Dünnschliffe aus mikrofaunenreichem Adnetherkalk von der Kammerker Alpe W Berchtesgaden (Schl. 964, 1054 Sammlg. ESCHER-HESS, vgl. auch 1903, Taf. 3), die ich als Typus der Adnetherfazies zu lithologischen Vergleichen heranzog. Sie wurden bereits S. 140 (anlässlich der Besprechung von *Globochaete alpina*) erwähnt und die Zuverlässigkeit der ESCHERschen Angaben in bezug auf Fundort, Fazies und Alter (Hettange!) in allen Teilen anerkannt.

Unter der reichen Mikrofauna (*Fronidularia*, *Nodosaria*, *Globochaete* usw.) verdienen besonders planspirale Foraminiferen Erwähnung. Sie sind im Mittel 0.35 mm groß und besitzen bis 6 leicht umfassende Windungen von wechselndem Querschnitt (Taf. 10, Fig. 18, 19).

Ihr Nabel ist beidseitig von Kalksubstanz überwuchert, sodaß nur der letzte Umgang frei bleibt und die betr. Gehäuse ein linsiges Aussehen annehmen. Die Nabelscheiben zeigen z. T. grobe Perforation. Oberflächlich sind sie höckerartig verziert. Die Gehäusewandung wie die zentralen Nabelscheiben sind meist stark rekristallisiert. In den wesentlichen Merkmalen zeigt sich also gute Übereinstimmung mit der Gattung *Involutina* enger Fassung im Sinne von BORNEMANN.

Nun ist es außerordentlich lehrreich, wie in ein und demselben Schriff neben ebenen, linsigen Involutinen auch solche vorkommen, die sich nicht mehr fest an den planspiralen Bauplan halten und sich flachkegelig einzukrümmen beginnen. Bei den einen Individuen ist die zentrale Scheibe noch beidseits erhalten, bei anderen schwindet sie auf der Spiralseite und es kommen «Involutinen» mit flachkonischer Form und (nunmehr porenfreier) kalzitischer Nabelspindel zur Ausbildung (Fig. 18, 19). Noch ist die Basis leicht konkav, in einigen Fällen wird der Kegelhohlraum aber auch völlig von sekundärem Kalzit verschlossen. Hand in Hand mit der trochoiden Entwicklung scheint eine Vermehrung der Umgänge einzutreten. Auch deren Querschnitt wechselt, während Höhe und Breite des flachen Kegelgehäuses nicht stark von den entsprechenden Maßen der planspiralen Formen abweichen. Das Mittel liegt für die Basis bei 0.32 mm, für die Höhe bei 0.15 mm, die Anzahl der Umgänge schwankt zwischen 6—9.

Ein Blick auf Fig. 18 und 19 bestätigt, daß die Endformen dieser Entwicklung den flachen Trocholinen schon recht nahe stehen, wie sie z. B. MARTIN (1938, Taf. 11, Fig. 2) aus dem Ferrugineus-Oolith des NW-schweizerischen Juras beschrieben hat.

¹¹³ Hinsichtlich der Diagnose von *Involutina* gehen die Ansichten noch erheblich auseinander. Führende Systematiker wie GALLOWAY (1933) und CUSHMAN (1940) berufen sich auf die Fassung von TERQUEM 1862, die ganz erheblich abweicht von dem, was BORNEMANN (1874) bei der Aufteilung des sehr heterogenen TERQUEMschen Genus als *Involutina* neu definiert hat. Mit FRANKE (1936) halte ich mich hier an BORNEMANNs Diagnose, die folgende wesentliche Merkmale miteinschließt: Planspiral aufgerollte, septenfreie Röhre, kalkig-perforate Wandung; letzte Windung frei, innere Umgänge beidseitig von sekundärer Kalzitsubstanz überwuchert. Genotypus: *Involutina liassica* (JONES).

Angesichts dieser stetigen Übergänge zwischen *Involutina* und *Trocholina* ist man keineswegs überrascht, daß bei den Foraminiferenforschern der älteren Generation die Tendenz bestand, die letzteren in der Variationsbreite von *Involutina* unterzubringen, so *Trocholina remesiana* (CHAPM.) und *Trocholina conica* (SCHLUMB.). Wenn unsere Beobachtung stichhaltig ist, hatten sie mit ihrem Vorgehen entwicklungsgeschichtlich gesehen gar nicht so unrecht.

Auf alle Fälle verdient die Existenz dieser offenbar den Trocholinen nahestehenden Formen mit gut entwickeltem Umbilicalpropfen in einem sehr tiefen, involutinenführenden Niveau des Lias (Hettange), losgelöst und unbeeinflusst von den geäußerten stammesgeschichtlichen Betrachtungen, im Auge behalten zu werden.

4. Rotaliidae

Conicospirillina sp.

Vertreter der Gattung *Conicospirillina* CUSHMAN wurden von W. MOHLER (1938, S. 27, Taf. 4, Fig. 5) im obersten Sequan des nordwestschweizerischen Juras aufgefunden. Über ihr Auftreten im alpinen Faziesgebiet war man bis anhin im Ungewissen. Nun hat aber kürzlich mein Studienkamerad H. WEISS (dessen frdl. mündliche Mitteilung ich hier verwerten darf) Conicospirillinen im präalpinen Malm der Westschweiz festgestellt. Mit ihrer Anwesenheit in den Klippenmalm-Geröllen der Molassenagelfluh durfte somit ebenfalls gerechnet werden. In der Tat zeigte mir das Schliffbild eines onkolithischen Malmgerölls aus der Nagelfluh der Baarburg (Torton) Foraminiferendurchschnitte, die ich nur auf dieses Genus zu beziehen vermag.

Ein günstig überliefertes Einzelexemplar bildet den Kern eines Onkoids und wird von einer dicken, strukturelosen, dunklen Kalkhülle umrindet. Das leicht schief zur Windungsachse getroffene Gehäuse verrät trochoiden Bau. Die dicke Wandung besteht aus feinkörnigem Kalzit, der einen bezeichnenden und für Conicospirillinen evtl. typischen, gelben Teint besitzt. Die glasklare Kalzitfüllung der Kammerhohlräume steht dazu in scharfem Gegensatz. Der Durchmesser ist auf ca. 1.0 mm, die Kegelhöhe auf 0.3 mm zu veranschlagen. MOHLER gibt für seine Exemplare in guter Übereinstimmung etwa gleiche Werte an (1938, 27).

Unter den Begleitforaminiferen nimmt *Trocholina alpina* (LEUPOLD) zahlenmäßig eine beherrschende Stellung ein, dazu treten *Pseudocyclammina* sp., *Textularia* sp. und Miliolidae. Kleinwüchsige Schnecken, Echinodermentrümmer und eine Kalkalge, die aber nicht vorbehaltlos zu *Clypeina jurassica* gezogen werden darf, vervollständigen das Bild. Nehmen wir zum lithologischen Habitus das zeitliche Aussagevermögen dieser Mikrofauna hinzu, so glauben wir hinreichend gesicherte Beweise für die stratigraphische Einstufung in einem relativ hohen Niveau des Mals zu besitzen.

Ein artlicher Vergleich mit der obgenannten *Conicospirillina basiliensis* MOHLER aus dem Sequan des Jura läßt sich anhand dieser Einzelvorkommen nicht durchführen

Rotalia sp. inc.

ein «Pseudocoscinoconus» des Schrattenkalkes

(Taf. 10, Fig. 14—17)

Neben den «echten» Coscinoconen (vgl. S. 148) beherbergt der Schrattenkalk aber noch Foraminiferen, die ich von jenen doch deutlich unterscheiden möchte,

obwohl sie im Schnittbild stark an «Coscinoconus» erinnern¹¹⁴. Ich vermute denn auch, daß sie von vielen neueren Schrattenkalk-Bearbeitern in diesem Sinne ausgelegt worden sind.

Ich kann mich aber des Eindrucks nicht erwehren, daß für dieses ähnliche Aussehen im Dünnschliff nicht so sehr generischer Zusammenhang, als ziemlich weitgehende *K o n v e r g e n z* verantwortlich gemacht werden muß.

Diese dickschaligen «Pseudo-Coscinoconen» sind ebenfalls raumspiralig aufgerollt. Ihre Umrisse zeigen aber eher größeren Spielraum als die bisher besprochenen «Coscinoconen». Gut vertreten sind flachkegelige, ja dicklinsige Formen, aber auch alle Übergänge zum hochgewölbten Konus. Doch auch im letzten Fall ist die Kegelspitze abgerundet-stumpf.

Die *Z a h l* der *U m g ä n g e* bewegt sich im Mittel zwischen 3—5, selten zählt man 7—8. Sie umschließen einen zentralen Kalkkegel, ganz nach Art von «Coscinoconus». Während er aber hier in der Regel völlig strukturlos und der diagenetischen Umsetzung anheimgefallen ist, zeigt er sich dort deutlich aus einem *B ü n d e l* von dicken *P f e i l e r n* aufgebaut, die von der Spitze bis zur Basis *o h n e* Unterbrechung durchgehen (Taf. 10, Fig. 15). Es sind in einem Vertikalschnitt bis 8 Pfeiler zu zählen. Man geht wohl nicht fehl, wenn man diese massiven Umbilicalpfeiler mit entsprechenden, groben Granulationen auf der stets konvexen Nabelfläche in Verbindung bringt. Typische, stäbchenförmige «Draperien» nach Art jener von Coscinoconus fehlen; dunkle, achsenparallele Linien sind zwar hin und wieder zu sehen, dürfen aber wohl dem Kanalsystem des ventralen Pfeilerbündels zugerechnet werden.

Die *U m g ä n g e* sind oft leicht umfassend, wenigstens auf der Spiralseite (Taf. 10, Fig. 16), während sie auf der Umbilicalseite offen sind, d. h. dem vorhergehenden Umgang nicht aufsitzen, sondern mit dem Pfeilerpfropfen verschmelzen, nirgends aber tief in ihn hineindringen. Das Innere der Umgänge zeigt wie bei Coscinoconus eine dichte, *d u n k l e K a l k f ü l l u n g*, deren Farbe im Auflicht infolge starker Reflexion milchweiß erscheint. Die dicken Wandungen sind sicher *k a l k i g - p e r f o r a t*.

Bemerkenswert sind weiter die *o p t i s c h e n E i g e n s c h a f t e n*. Das Gehäuse löschet bei X Nicols über seine ganze Erstreckung felderweise-undulös aus, wobei zwischen dem Verhalten des zentralen Pfeilerbündels und den äußeren Wandungen kein Unterschied bemerkbar ist. Gewisse strukturelle Feinheiten, wie Pfeilerabgrenzung oder Zahl und Umrisse der einzelnen Umgänge kommen im polarisierten Licht viel deutlicher zum Ausdruck. Aber schon bei natürlichem Licht verraten sich Angehörige dieses Formenkreises im Dünnschliff durch einen eigentümlichen, überaus bezeichnenden, *b l a ß g e l b l i c h e n S c h i m m e r* des kalzitischen Baumaterials. Nie sind Rekristallisationstendenzen von einiger Bedeutung festzustellen, welche umgekehrt bei alpinen Coscinoconen sich stets bemerkbar machen.

So zahlreich die vertikalen und schrägen Schnittbilder in Schliffen gewisser Schrattenkalk-Komponenten sind, so selten will es gelingen, einen dazugehörigen *H o r i z o n t a l s c h n i t t* zu finden. Für das auf Taf. 10, Fig. 17 abgebildete Individuum glaube ich eine solche Deutung verantworten zu können:

Es zeigt spiralige Aufwindung und, was weniger zu erwarten war, *z a h l r e i c h e, f e i n e S e p t e n*, die an der dicken Außenwand entspringen und den spiralen Hohlraum in viele Kammern aufteilen. Die Scheidewände sind gerade oder leicht nach vorn geschwungen und lassen anscheinend an ihrer Innenseite keinen Raum für eine Mündung frei. Das ist aber wohl nur eine Sache der Schnittebene. Am Beginn der Spirale liegt eine knopfförmige Verdickung, die wir mit der Spitze der Pfeilerspindel in Beziehung bringen. Das ganze Gehäuse zeigt gleichfalls den charakteristischen, gelblich getönten, hyalinen Faserkalzit, der uns schon bei den Vertikalschnitten stets begegnet ist.

¹¹⁴ Wie ich wertvoller, mündlicher und schriftlicher Meinungsäußerung entnehmen darf, neigt Prof. REICHEL dazu, in dieser Form eine echte *Trocholina* zu sehen, etwa aus dem Verwandtschaftskreis der *Trocholina transversarii* PAALZOW. Meine abweichende Interpretation gründet vor allem auf dem Umstand, daß ich dem Foraminifer *f a s r i g e* Kalzitstruktur und *S e p t e n* zuspreche, wie ich nachstehend zu begründen suche.

Es muß zwar zugegeben werden, daß im Vertikalschnitt die Existenz von Septen nie eindeutig beobachtet werden konnte. An verdächtigen Stellen fehlt es allerdings nicht (Taf. 10, Fig. 15, zweitletzter Umgang!). Ich glaube aber nicht, daß dieser Einwand genügt, um die hier vorgenommene Koordinierung von Horizontal- und Vertikalschnitt auseinanderzureißen. Auch den ähnlich gebauten Formen bei DAVIES 1932, Taf. 2—4 (*Rotalia*, *Lockhartia*) würde man nach den Vertikalansichten keineswegs den Besitz von Kammerscheidewänden zuschreiben, wie es die zugehörigen Querschliffe eindeutig anzeigen.

Die M a ß z a h l e n bewegen sich innert folgenden Grenzen:

	Durchmesser/mm	Höhe/mm
Größtes gemessenes Individuum	1.08	0.72
Kleinstes gemessenes Individuum	0.73	0.27
Mittel aus 10 Messungen	0.82	0.55

Sie liegen damit, vor allem was die Breite angeht, durchweg über dem Maximum, das uns bei den begleitenden «echten *Coscinocoenen*» begegnet ist (0.63 mm).

In gesamthafter Würdigung obgenannter Eigenschaften — wobei naturgemäß der Besitz von Kammerscheidewänden und fasrig-hyaliner Kalzitstruktur recht schwer ins Gewicht fällt — sehen wir uns veranlaßt, diese Foraminiferen von einem Vergleich mit den synchronen Schrattenkalk-«*Coscinocoenen*» auszunehmen und sie ihrer systematischen Zugehörigkeit nach in die N ä h e d e r G a t t u n g *Rotalia* LAMARCK zu rücken, an die zweifellos viele Kennmale erinnern.

Will man diesen Rotaliden dennoch fürderhin zu «*Coscinocoenus*» (bzw. *Trocholina*!) stellen, so hat man für das Nebeneinandervorkommen von zweierlei «*Coscinocoenus*»-Arten, der kleinwüchsigen, weißkalzitischen und der großwüchsigen, gelbkalzitischen, eine plausible Erklärung zu erbringen. Sie kann aber nicht einfach im Sinne einer Einschwemmung der ersteren gegeben werden, da eine solche Begründung an einem gewichtigen Gegeneinwand (dem Fehlen klastischen Malm/Unterkreidematerials, vgl. S. 153) vorbeigeht.

Es bliebe dann immer noch die Frage, wieso zwischen den «*Coscinocoenen*» der Malm/Unterkreide-Wende und jenen des Schrattenkalks ein so grundlegender Unterschied in der Erhaltung besteht. Aus der petrographischen Fazies heraus wird man sie schwerlich beantworten wollen, da auch den älteren Stufen organogen-detritische bis oolithische Fazies vom Muster des Urgons nicht fremd ist (Oehrlikalk usw.). Man müßte dieser unterschiedlichen Widerstandskraft gegen eine ihrem Wesen und ihrer Stärke nach ungefähr gleichbleibende Diagenese doch eine ziemliche Verschiedenheit in der Gehäusestruktur zugrunde legen.

Im Zusammenhang mit der Annäherung dieser Foraminiferen an die Gattung *Rotalia* sei hier auf die hervorragenden Schlibfbilder aufmerksam gemacht, die DAVIES (1933, Taf. 2—4) vom Typus der Gattung, *Rotalia trochidiformis* LAM. (Mittellutet, Pariserbecken) veröffentlicht hat. Eher noch mehr Übereinstimmung zeigen unsere Durchschnitte mit *Lockhartia haimei* (DAV.) (Taf. 2, Fig. 7; Taf. 4, Fig. 7), sowohl was die Form der Kammerlumen, den Modus der Umfassung anbelangt, als auch hinsichtlich der kontinuierlichen Umbilicalpfeiler, eines der Hauptmerkmale, daß die Gattung *Lockhartia* (Ranikot-Paläozän Indiens) von *Rotalia* scheidet¹¹⁵.

In ihrer stratigraphischen Verbreitung scheint der hier beschriebene Rotalid auf den Schrattenkalk beschränkt zu sein, wenigstens sind mir sichere Funde aus den tieferen Vorläuferfazies des Urgons (Oehrli-, Valangekalk) bis jetzt nicht begegnet. Soviel darf man voraussagen, daß sich diese *Rotalia* sp. als weitere charakteristische Form zur Schrattenkalktrilogie *Salpingoporella mühlbergi*-*Orbitolinopsis* sp.-*Orbitolina* gesellen wird.

¹¹⁵ Recht auffällige Übereinstimmung herrscht auch zu den Schlibfansichten der *Rotalia skourensis* PFENDER aus der Oberkreide (Maestricht-Dan) Marokkos (PFENDER, in: MÖRET 1938, Fig. 8 und 9). Auch diese Art wäre bei einer endgültigen Bereinigung der systematischen Zugehörigkeit unserer Form mitzuberücksichtigen.

5. Lituolidae

Pseudocyclammina? sp.

(Taf. 11, Fig. 20—22)

In den Schrattenkalk-Geröllen von Baar, deren reiche Mikrofauna uns hier schon mehrfach beschäftigt, läßt sich des weitern eine Foraminiferengruppe abgrenzen, deren bezeichnendste Eigenart auffällig grob agglutinierte Wandung ist.

Das von spärlichem Kalkzement verkittete Fremdmaterial wird fast ausschließlich von kalkigen Komponenten bestritten und stammt offenbar aus nächster Umgebung. Neben winzigen Ooiden und Onkoiden sind auch organische Kalkelemente (Echinodermentrümmer, Schalenbruchstücke, kleine und kleinste Foraminiferengehäuse, vor allem Milioliden) in die Wand eingebaut. Die größten Bausteine messen bis 0.4 mm im Durchmesser, ein agglutinierter Orbitolinopsisquerschnitt bringt es gar auf 0.51 mm (vgl. Taf. 11, Fig. 22, links unten).

Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese spezifische Auswahl kalkiger Fremdkörperchen eine absichtliche ist. Quarzsplitter werden nämlich nur ausnahmsweise und eher zufällig verwandt, trotzdem die begleitende *Cuneolina* (Taf. 11, Fig. 32) reichlich Sand führt.

Die Wandung weist stellenweise Anzeichen labyrinthischer Struktur auf (was gegen *Haplophragmium* spricht) und ist außen von einer imperforaten, dünnen Deckschicht überzogen, wie sie MOHLER (1938) von *Pseudocyclammina sequana* (MERIAN) beschreibt und abbildet.

Von der *Gehäuseform* läßt sich nur sagen, daß es sich um eine Art mit planspiral eingewinkeltem Anfang handelt. Bei Taf. 11, Fig. 21 sind die Umgänge deutlich involut. Im Alter scheinen sich die Kammern bischofsstabartig abzulösen. Es ist noch nicht ganz ausgemacht, ob die vorhandenen Durchschnitte sich vielleicht auf zwei verschiedene Formenkreise beziehen lassen.

Die beträchtliche Größe des Foraminifers — gemessen wurden bis 3.8 mm Gesamtlänge und 2.8 mm Spirahöhe — bringt es mit sich, daß einigermaßen vollständige Schnitte längs der Spiraebene im Schliff kaum zu erhalten sind. Wir haben es aber zweifellos mit einem Angehörigen der Lituolidae zu tun, den man am ehesten in der Nachbarschaft um *Pseudocyclammina* suchen dürfte.

6. Orbitolinidae

Orbitolinopsis sp.¹¹⁶

(Taf. 11, Fig. 23—31)

Die reiche Mikrofauna der Urgongerröle der Baarburg-Nagelfluh enthält neben *Salpingoporella mühlbergi* und *Orbitolina* zahlreiche Durchschnitte von Formen, die man auf das Genus *Orbitolinopsis* SILVESTRI 1932 zu beziehen hat. In Anbetracht, daß diese Gattung sehr schlecht bekannt ist, mögen einige Hinweise in Wort und Bild gerechtfertigt sein.

a) Begriff und Umfang der Gattung *Orbitolinopsis* SILVESTRI

Beim Studium von orbitolinienhaltigem Gesteinsdetritus aus dem Oberbarrême des Dauphiné bemerkte PREVER (1905) kleinkegelige Foraminiferen (1—1,5 mm

¹¹⁶ Nach vorläufiger Niederschrift dieses Abschnittes hatte ich Gelegenheit, eine Schliffauswahl Prof. M. REICHEL-Basel zur Begutachtung vorzulegen, der aus jahrelanger, eigener Anschauung einen umfassenden Überblick über die Mikrofauna des Schrattenkalkes besitzt. Ich gestehe gerne, daß fast alle der hier mitgeteilten Beobachtungen in dieser oder jener Form Prof. REICHEL bereits bekannt waren. Insbesondere ergaben die beidseitigen Vorstellungen über *Orbitolinopsis* grundsätzlich eine gute Übereinstimmung. Darüber hinaus aber vermittelte mir Prof. REICHEL wesentlich vertieftere und durch orientierte Schliffe an isoliertem Material belegte Erkenntnisse über die Detailstruktur von *Orbitolinopsis*.

Ich möchte die Gelegenheit nicht versäumen, Herrn Prof. REICHEL für sein stetes Wohlwollen und selbstlose Auskunft auch an dieser Stelle meinen gebührenden Dank abzustatten.

breit, 1—2 mm hoch), die er zuerst für zwergwüchsige Orbitolinen ansah. Genaueres Studium aber veranlaßte ihn, die betreffenden Formen dem kurz vorher geschaffenen Genus *Chapmania* SILVESTRI & PREVER (heute *Chapmanina*) einzuverleiben unter dem Artnamen *Chapmania Kiliani* und *Chapmania Silvestrii*, dies trotz der offensichtlich kalkig-arenazischen und nicht kalkig-hyalinen Gehäusestruktur.

Erst SILVESTRI (1932) äußert Bedenken gegen eine solche Zuteilung. Er möchte diese beiden Chapmaninen wieder viel lieber in der Nähe der gleichfalls sandschaligen Orbitolinen sehen und gründet dazu die neue Gattung *Orbitolinopsis*.

SILVESTRI gibt der neuen Gattung folgende vorläufige Diagnose mit: Kalkig-arenazisches Gehäuse, kegelförmig nach Art der Orbitolinen, aber mit wesentlich einfacherem Bauplan (ohne feine imperforate Deckschicht und ohne Stützlammellen auf der Innenseite, dem «réseau de poutrelles» H. DOUVILLES) und in dieser Beziehung eher mit der kalkig-hyalinen Chapmanina übereinstimmend. Ja, nach SILVESTRI wäre *Orbitolinopsis* geradezu als deren «arenazisches Gegenstück» aufzufassen. Der vermutete Leitwert der Gattung für Barrème läßt sich heute allerdings in dieser strengen Form nicht mehr aufrechterhalten.

Leider erfüllt die Genusdiagnose, die SILVESTRI seiner Gattung zu Grunde legt, insofern die «Internationalen Regeln» nicht, als sie eine «bestimmte unzweifelhafte Bezeichnung» der gattungstypischen Art vermissen läßt (Art. 25, c3). Angesichts dieser sehr streng gehandhabten Vorschrift (vgl. R. RICHTER 1943, S. 95) wird *Orbitolinopsis* zum Nomen nudum.

Ich glaube im Sinn und Geiste SILVESTRI's zu handeln, wenn ich als G e n o - L e c t o t y p der Gattung *O. kiliani* (PREVER) bezeichne. Es läßt sich diese Wahl umso eher rechtfertigen, als offenbar SILVESTRI unausgesprochen etwas Ähnliches vorgeschwebt ist, wenn er diese Art allein einer Abbildung würdigt (1932, Textfig. 6, 7, S. 159; Taf. 11, Fig. 14, 15)¹¹⁷.

In der Folge sind Vertreter der Gattung *Orbitolinopsis* auch anderswo festgestellt worden, so von PFENDER im Urgon des westlichen Juras (zit. bei VINCIENNE 1936), der Provence und von FICHTER im Schrattenkalk der Zentralschweiz, und zwar hier im gesicherten Widerspruch zum angeblichen Barrème-Leitwert «vom Unt. Schrattenkalk bis in die Basisbrekzie der Ob. Orbitolinaschichten» (ob. Barrème-Basis, ob. Apt.). FICHTER gibt zudem eine gute Abbildung der von ihm ange-troffenen *Orbitolinopsis* (1934, S. 38, Fig. 5) und fügt auch eine kurze Beschreibung des Querschnittes hinzu, leider ohne diese diagnostisch wichtige Schnitt-richtung ebenfalls durch eine Abbildung zu belegen.

Berücksichtigen wir noch die Schriftstelle bei CADISCH (1941) über das Vorkommen von *Orbitolinopsis* im Tristelkalk des Unterengadins (Urgon der Falknis-decke) und fügen wir bei, daß sich das Genus auch in Urgongeröllen der Nagelfluh bemerkbar macht, so haben wir bereits einen Großteil der Angaben über horizontale und vertikale Verbreitung von *Orbitolinopsis* beisammen. Einwandfrei gesichert, weil sie von einem der besten Kenner dieses Formenkreises stammen, ist auch die neueste Zitierung von *Orbitolinopsis* aus der Parnaß-Kionazone Griechenlands, wo als ihr Begleiter sich zudem *Trocholina elongata* (LEUPOLD) einstellt (REICHEL, in RENZ & REICHEL 1946, S. 297).

Es ist merkwürdig, daß die im Urgon des Helvetikums beispielsweise den Orbitolinen an Bedeutung wenig nachstehende Gattung bisher in Wort und Schrift eine recht stiefmütterliche Behandlung erfahren hat. Ja, im außeralpinen Schrifttum scheint sie überhaupt keine Beachtung gefunden zu haben, und selbst in stammes-geschichtlichen Abhandlungen über die Orbitolinidae (z. B. bei DAVIES 1939), wo man dem Genus unbedingt einen gewichtigen Platz einräumen müßte, ist es ohne jede Erwähnung geblieben.

¹¹⁷ Vgl. Fußnote 118.

Dies ist ein wesentlicher Grund, der mich hier zur Wiedergabe meiner Beobachtungen über diese Formengruppe veranlaßt.

Ich bin mir zwar ihres fragmentarischen Charakters bewußt, doch darf ich mir zugute halten, daß ich nur über *Z u f a l l s s c h n i t t e* in Dünnschliffen verfügen konnte und mir keine losen Exemplare und damit die Möglichkeit zur Herstellung orientierter Schnitte zu Gebote standen, was ja in solchen Fällen so überaus wünschenswert wäre.

Meine Ausführungen haben denn auch mehr den Sinn einer Anregung, diese nicht nur für den Stratigraphen, sondern angesichts ihrer intermediären Stellung innerhalb der Orbitolinidae auch für den Paläontologen bedeutungsvolle Gruppe ihrem Aschenbrödel-Dasein zu entreißen und einer eingehenden Bearbeitung zu würdigen. Daß sie dankbar und reich an neuen Ausblicken sein müßte, glaube ich mit folgenden Hinweisen dartun zu können¹¹⁸.

b) Orbitolinopsis-Formen im helvetischen Urgon

Um über den Bau von *Orbitolinopsis* diskutieren zu können, knüpft man am besten an die Entwicklungsreihe *Lituonella-Coskinolina-Dictyoconus* an, die von DAVIES wiederholt (1930, 1939) eine sehr schöne Darlegung erfahren hat.

In die Nähe dieser Formenkreise muß auf Grund ihrer gesamten Merkmale auch *Orbitolinopsis* gestellt werden, wie die nachfolgende Besprechung von Längs- und Querschnittbild darlegen wird. Es zeigen sich aber bei dem mir vorliegenden *Orbitolinopsis*-Stoff so beträchtliche Unterschiede in Größe und Bauplan, daß man mit Sicherheit *zwei bis drei Formengruppen* auszuscheiden vermag, die *artlich* wenn nicht *z.T. sogar generisch* abzugrenzen wären. Um mir aber nicht den Vorwurf leichtfertiger Namensschöpfung auf Grund eines zugegebenermaßen lückenhaften Belegmaterials zuzuziehen, begnüge ich mich mit einer nomenklatorisch «offenen» Namengebung der Formenkreise, welche ich vorderhand ausscheiden möchte. Diese Vorsicht ist umso mehr am Platz, als die Zuweisung der relativ spärlichen, taxonomisch aber wichtigen Horizontalschnitte zu entsprechenden Vertikalschnitten im Dünnschliff mit einem gewissen Unsicherheitsfaktor belastet ist.

b 1) Orbitolinopsis ? sp., Form a

(Taf. 11, Fig. 23, 24, 27)

Sie besitzt schlankkegelige, helm- bis zapfenförmige Gestalt und ist mit einer Höhe bis 2 mm der Riese ihrer Gattung (Fig. 23, 24). Das imperforate Gehäuse erscheint im Auflicht weiß, im Durchlicht dunkelgrau-schwarz. Der Baustoff besteht vorwiegend aus feinkörnigem Kalk. Nur zu einem geringen Prozentsatz kommt agglutiniert-arenazisches Material zur Verwendung.

Im *L ä n g s s c h n i t t* (Fig. 23, 24) weist sich die Form über eine ganz analoge Struktur aus, wie sie die *Dictyoconus*-Gruppe besitzt.

Flache Querböden in großer Zahl (bis über 30!) teilen den Kegelzapfen in eine Menge scheibenförmiger Kammern auf, wobei deren Höhe im Alter leicht zunimmt. Die Böden sind

¹¹⁸ Nachträgliche Anmerkung. — Die wichtige Arbeit von HENSON über imperforate Großforaminiferen Südwestasiens (Juli 1948, vgl. Lit.-Nachtrag), die reiches neues Anschauungsmaterial zur ganzen Familie der Orbitolinidae bringt, stand mir bei der Abfassung dieser Zeilen noch nicht zur Verfügung. Da der mikropaläontologische Teil meiner Arbeit ja nur als «Anhang» gedacht ist, durfte ich es mir gestatten, von einer Neubearbeitung des Kapitels Orbitolinidae abzusehen, auch auf die Gefahr hin, daß einzelne meiner Hinweise — so etwa die (mit HENSON übrigens übereinstimmende!) Festsetzung des Genotyps von *Orbitolinopsis* — überholt sind.

deutlich ausgeprägt und lassen sich mühelos in ihrem ganzen Verlauf verfolgen (was im Gegensatz zu nachstehendem Typus festgehalten zu werden verdient). Sie sind von groben Öffnungen durchbrochen (Fig. 24). Zwischen den Querböden erheben sich massive Pfeiler. Sie zeigen mehr oder minder regelmäßige Anordnung, wodurch das Gehäuse eine bezeichnende gleichmäßige Rechteck-Musterung erhält. Der merkwürdige Fall, daß Pfeiler und Perforationen über mehrere Etagen hinweg ihre Stellung unverändert beibehalten (Fig. 24), ist mir allerdings nur einmal begegnet.

Diese Eigenschaften verleihen dem Längsschnitt ein Aussehen, das in vielem recht stark an die Schliff-Ansichten von *Coskinolina* STACHE erinnert, wie sie uns etwa bei SCHUBERT 1912 und SILVESTRI 1930 entgegentreten, wenn auch jene eoänen Coskinolinen im Besitz deutlicher peripherer Kammerringe sind, derbere Innenstruktur aufweisen und jenen Zug von Regelmäßigkeit vermissen lassen, mit dem unsere Art überrascht. Eine Bestätigung dieser Annäherung an *Coskinolina* würde insofern bemerkenswerte, phylogenetische Ausblicke eröffnen, als gesicherte kretazische Angehörige der Gattung *Coskinolina* bisher kaum bekannt geworden sind¹¹⁹.

Als Querschnitt dieser hochkonischen Form bin ich geneigt Fig. 27 anzusehen, wobei ich allerdings beifügen muß, daß die Kontrollmöglichkeit nicht einwandfrei genug war, um Wahrscheinlichkeit zu Gewißheit werden zu lassen.

Wiederum greifen wir auf die beiden Hauptelemente, peripherer Kammerring und Zentralteil zurück. Ersterer ist nicht septenlos, was Zugehörigkeit zu *Lituonella* ausschließt, sondern durch eine wechselnde Zahl (bis 20 und mehr) radialer Septen unterteilt. Die Glieder dieses Septenkränzes sind offenbar nicht alle gleichwertig. Während die einen (kürzeren?) freientigen, verschmelzen die anderen (längeren?) mit den netzartig verschlungenen Scheidewänden des Zentralschildes. Das Fehlen eigentlicher Pfeiler im Zentralschild und der (teilweise) Zusammenhang von zentralem Netzwerk mit dem randlichen Septenkranz sprechen eher für den Anschluß an *Orbitolinopsis* und gegen die Zuordnung zu *Coskinolina*, während man auf Grund des Längsschnittes allein die gegenteilige Deutung bevorzugt hätte.

Tangentialschnitte verraten, daß die Stellung der Randsepten in übereinanderliegenden Etagen alterniert.

Die beschriebene Art fühlt sich sowohl in der Urgonfazies vom Gepräge des Schrattenkalkes als auch in der Tristelbrekzie heimisch, wenn sie auch zahlenmäßig hinter den folgenden Repräsentanten der Gattung *Orbitolinopsis* zurücktritt.

b 2) *Orbitolinopsis* sp., Form b

(Taf. 11, Fig. 25)

Ihre äußeren Kennzeichen: niedrigere, gedrungene Gestalt, etwa nach Art eines Bienenkorbes, lassen sie schon rein visuell aus der Variationsbreite voriger Gruppe herausfallen, wobei wir allerdings den mit dem Generationswechsel verbundenen, vielfach nicht unbeträchtlichen Formenunterschied noch zu berücksichtigen hätten. Weitere unterscheidende Merkmale kommen aber hinzu:

Einmal lassen sich an dieser Form im Längsschnitt (Fig. 25) periphere Kammern und Zentralschild mit aller Deutlichkeit gegeneinander abgrenzen. Im weiteren sind die Querböden viel weniger betont und stärker aufgelöst. Im Gesamteindruck wirkt dadurch die Struktur — tangential Schnitte natürlich stets ausgenommen — unruhiger, weniger regelmäßig.

¹¹⁹ Ausgenommen etwa die coskinolinaverdächtige Formengruppe, die KEIJZER (1942) und BARKER (1944) aus der Walnutformation Texas (Unt. Mittelalb) beschreiben. Die auf Grund von uncharakteristischem Schliffmaterial bestimmten Coskinolinen aus dem Valange der Provence (PFENDER 1938a) bedürfen einer Überprüfung.

Was aber den Typus ganz besonders heraushebt und als gewichtiges Argument gegen ein artliches oder gar generisches Zusammenlegen mit vorstehender Form bewertet werden muß, ist der Umstand, daß im Kegelinnern schachbrettartige Dreiecksmusterung nach Art der Orbitolinen herrscht (Fig. 25). Zu dieser Stellung «en quinconce» kommt eine ähnliche Anordnung der Perforationen in den Ecken der (im Querschnitt) dreieckigen «logettes», wie sie *Orbitolina* kennzeichnet. Einzelheiten darüber sind an meinem Schliffmaterial nicht zugänglich.

Daß hingegen keine echten Orbitolinen vorliegen, beweist das Fehlen einer kortikalen Netzschicht, deren Lamellen im Vertikalschnitt nachweisbar sein müßten.

Als zu dieser Gruppe gehörig haben offenbar Querschnitte wie Fig. 26 zu gelten.

Wie bei Fig. 27 springt ein radialer Septenkranz von der Kegelwandung gegen das Zentrum vor. Wiederum besitzen dessen Glieder unterschiedlichen Rang. Es heben sich zwei Septensätze heraus. Ein erster Satz von (kurzen?) Septen ragt nur leicht in das Kegelinnere hinein und endigt frei. Dem zweiten Satz gehören lauter (lange?) Septen an, die in größere Tiefe vorstoßen, um dort mit dem Netzwerk des Zentralschildes zu verschmelzen. Gute Querschnitte (z. B. Fig. 26) zeigen so ein unvollkommen sternförmiges Aussehen.

Die Stellung der Septen in übereinanderliegenden Stockwerken ist alternierend, wie tangential getroffene Individuen verraten. Der etagenweise Septenwechsel verleiht solchen Schnitten ein rechteckig gegittertes Muster, wie es auch gleichen Schnittrichtungen der Form a eigentümlich ist.

Der Zusammenhang einer Anzahl Randsepten mit dem zentralen Netzwerk steht in bemerkenswertem Gegensatz zur *Dictyoconus*-reihe, wo bekanntlich die Septen gegen den Zentralschild frei absetzen. Umso mehr erinnert ein solches Verhalten an die Orbitolinen, deren Randsepten ja ebenfalls, nur wellig verbogen, gegen das Zentrum streben.

Auch nach den Merkmalen des Querschnittes lehnt sich somit die Form eng an die Orbitolinen i. e. S. an.

Die oben skizzierten Strukturzusammenhänge waren, wie sein Vergleich mit *Chapmanina* vermuten läßt, SILVESTRI noch verborgen. Trotzdem traf er mit der Bezeichnung *Orbitolinopsis* für seine neu geschaffene Gattung eine glückliche nomenklatorische Wahl. Denn ihr Anrecht auf diesen Namen ist in einem höheren Maße, als SILVESTRI ahnen mochte, strukturell verankert. Es liegen tatsächlich Orbitolinen vor, die auf primitiver Stufe stehen geblieben sind.

Die Feststellungen, die uns zu dieser Aussage über *Orbitolinopsis* befähigen, sind übrigens, wie wir beim Literaturstudium entdeckten, nicht ganz neu. Schon sehr früh hat M. REICHEL den «logettes en quinconce-Bau» der Gattung vertreten, wie PFENDER (1936a) an etwas versteckter Stelle und in anderem Zusammenhang bemerkt. Somit darf man füglich annehmen, daß auch das Urmaterial von SILVESTRI, im besonderen auch die von uns bezeichnete genotypische Art *O. kiliani*, im Besitze dieses kennzeichnenden Merkmals ist, womit die Gattungsdiagnose SILVESTRI in einem sehr wesentlichen Punkte zu ergänzen wäre.

b 3) *Orbitolinopsis* sp., Form c

(Taf. 11, Fig. 28—31)

Sie schließt sich baulich eng an die Form b an. Bei ihrer artlichen Abtrennung waren i. w. folgende Gesichtspunkte bestimmend: Einmal die niedere, halbkugelige Form, die nicht leichthin als bloße Schnittvariante der Form b abgetan werden kann (dagegen spricht schon das Auftreten einer Dreiergruppe von Individuen in ein und demselben Schliff und die stets gerade, nicht konvex gewölbte Basis von Fig. 28, 29, dann die viel kleinere Zahl der Stockwerke und endlich die noch weiter gediehene Auflösung der Querböden bis zum lockeren, U-förmigen Maschenwerk (Fig. 29). Sodann macht es den Eindruck, als ob hier der feinsandige Anteil am Aufbau des kalkig-imperforaten Gehäuses bedeutender wäre als bei der dunkelwandigen Form b.

Querschnitte, die streng diesem Halbkugeltypus beigeordnet werden können, wurden nicht beobachtet. Es darf aber erwartet werden, daß sie, wenn auch evtl. unter leichter artlicher Differenzierung, das Grundsätzliche des *Orbitolinopsis*-Querschnittes ganz allgemein (Fig. 26, 27) wiederholen würden.

Was den geschlechtlichen Dimorphismus innerhalb der Gattung anbetrifft, ist die Basis meiner diesbezüglichen Beobachtungen noch zu wenig breit, um bereits gesicherte Aussagen über sein Ausmaß zuzulassen. So ist mir ein Entscheid darüber nicht möglich, ob dem kleinen, makrosphärischen Individuum von Fig. 31 — durch seine «logettes en quinconce» sicher als *Orbitolinopsis* ausgewiesen — eine der eben beschriebenen Formen als mikrosphärisches Gegenstück zuzuordnen ist.

Hingegen sind trochoid-spirale Anfangsstadien für die gleiche Gruppe gut belegt (Fig. 30).

Zusammenfassend läßt sich für den Augenblick sagen: Die Familie der Orbitolinidae (stets im Sinne von GALLOWAY 1933) ist im Schrattenkalk¹²⁰ neben echten Orbitolinen durch zwei weitere Formenkreise vertreten. Der eine besitzt im Längsschnitt Affinitäten zur *Dictyoconus*-Gruppe, vor allem zum Mittelglied *Coskinolina*. Er ist bisher nur durch eine hochkonische, zapfenförmige Art vertreten (unsere *Orbitolinopsis*? sp., Form a. Der zweite Kreis zeigt als wichtigstes Merkmal das Bauprinzip der «logettes en quinconce». Er lehnt sich dadurch eng an *Orbitolina* s. s. an. Für diese Gruppe allein muß vielleicht der Name *Orbitolinopsis* SILVESTRI, wie er durch den von uns festgelegten Genotypus *O. kiliani* umschrieben wird, vorbehalten werden. Dieser zweite Kreis ist m. E. in mehreren Arten vorhanden, von denen zwei unter vorläufigem Namen *Orbitolinopsis* sp., Form b; *Orbitolinopsis* sp., Form c ausgeschieden wurden. Auch die *Orbitolinopsis* sp. von FICHTER muß auf Grund seiner Beschreibung hierhergezogen werden. Es bleibt abzuklären, ob die gattungstypische Art *O. kiliani* SILV. sich vielleicht hinter einer der obigen, vorläufig abgegrenzten Arten verbirgt. Auch dem Dimorphismus des Generationswechsels wird in diesem Zusammenhang in Zukunft alle Aufmerksamkeit zu widmen sein.

Es bleibt noch die Frage nach der zeitlichen Stellung des Genus *Orbitolinopsis* zur Erörterung übrig, die wir teilweise schon früher angeschnitten haben. Daraus geht einwandfrei hervor, daß der von SILVESTRI vertretene zeitmessende Wert für Barrème anfechtbar ist. Denn *Orbitolinopsis* ist nach FICHTER durch den ganzen Schrattenkalk hindurch vertreten. (vom Beginn des Oberbarrème bis zur Oberkante des Unterapt). Bei ihrer Eigenschaft als typisches Faziesfossil ist anzunehmen, daß anderswo mit der «urgonen» Fazies auch *Orbitolinopsis* in höheren oder tieferen Schichtgliedern vorkommen kann¹²¹.

¹²⁰ Im Hinblick auf die Nagelfluh-Geröllanalyse bedeutungsvoll ist die Frage, inwieweit sich die folgenden Feststellungen auch auf das «Urgoapt» der unterostalpinen Falknisdecke übertragen lassen. Vielleicht ließe sich bei eingehendem Vergleichsstudium eine Art mikroskopischer Differentialdiagnose des Tristelkalkes gegenüber dem helvetischen Urgon herausarbeiten. Aus persönlicher Anschauung kann ich nur beifügen, daß unsere *Orbitolinopsis*? sp., Form a im Tristelkalk des Falknis (und Geröll vom Tristeltypus) vertreten ist. Nicht zuletzt sollten auch die urgonähnlichen organogenen Cenomankalke im Flysch der Simmendecke in eine solche Bearbeitung miteinbezogen werden (vgl. S. 103).

¹²¹ So sollte man auch die organogenen Niveaus an der Basis der helvetischen Unterkreide (Oehrlikalk, Valangekalk) in vermehrtem Maße auf das Vorkommen vereinzelter orbitolinopsisähnlicher Formen durchsehen, eine Anregung, die mir eigene Beobachtungen nahelegen. Wohlbegründeter Verdacht in dieser Richtung besteht für je einen Dünnschliff aus dem «Valange» des Säntis und dem Berrias des Mont-Salvens b. Bulle, wobei für eine Falschbeschriftung zumindest kein stichhaltiger, mikropaläontologischer Beweis positiver oder negativer Art namhaft gemacht werden kann.

In diesem Zusammenhang muß erneut auf die merkwürdige Tatsache hingewiesen werden, daß außeralpin die Kenntnis von der Existenz einer Gattung *Orbitolinopsis* so gut wie ganz fehlt. Nicht genug damit, daß in den Foraminiferen-Handbüchern der letzten Jahrzehnte (GALLO-WAY 1933, CUSHMAN 1940, GLAESSNER 1945) das Genus nur von letztgenanntem Autor erwähnt wird. Ja selbst wenn es galt die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Orbitolinidae entwicklungsgeschichtlich zu beleuchten, wurde *Orbitolinopsis* nie in den Kreis solcher Spezialuntersuchungen einbezogen. Wir denken da vor allem an DAVIES (1939), bei dem man eine Stellungnahme oder wenigstens einen Hinweis angesichts der hochstehenden Qualität der Arbeit besonders wünschen möchte.

Eine Abklärung dieser schwebenden Frage wäre nicht nur stratigraphisch von Belang, sondern auch für die Aufhellung der Stammesgeschichte aller Orbitolinidae (inkl. der Primitivformen des tieferen Juras wie *Dictyoconus cayeuxi* LUCAS 1938 und *Kilianina* PFENDER 1936) von augenfälliger Bedeutung.

7. Verneuulinidae

Cuneolina sp.

(Taf. 11, Fig. 32; 12, Fig. 33)

Gegenüber Deutungsversuchen recht hartnäckig erwiesen sich stabförmige, 2 bis 3 mm große Gebilde, die als weitere typische Mikrofaunenkomponente der sandreichen Urgongerölle vom Typus Baarburg (S. 44) zu gelten haben.

Ihre Foraminiferennatur stand von Anfang an außer Frage. Es sind Formen mit stark arenazischer Wandung und biserialen Aufbau, die im Alternieren der Kammern etwas an Textularien erinnern. Im Kammerinnern nimmt man eine mehr oder minder deutliche Struktur von senkrecht auf der Außenwand stehenden Lamellen wahr (Fig. 32). Die linear gestreckten Durchschnitte ließen den Verdacht aufkommen, daß man es mit einer (ausnahmsweise leicht verbogenen) flachen Scheibe zu tun habe.

All diese Merkmale lassen sich nun sehr wohl mit der Gattung *Cuneolina* vereinigen, als deren Genotyp *Cuneolina pavonia* D'ORB. aus dem vielgenannten Cenoman der Ile Madame (Charente-inf.) zu gelten hat. Angehörige dieser flachen, fächerförmigen Foraminiferengattung sind sodann in der mediterranen Oberkreide weit verbreitet (Oberturon von Palästina, M. AVNIMELECH 1939; Cenoman-Santon der Basse Provence, PFENDER 1939). Ja, diese Autorin steht nicht an, *Cuneolina* im Bereich der ganzen Tethys als leitendes Mikrofossil für neritische Oberkreide anzusprechen. In dieser allgemeinen Formulierung wird man diese Auffassung nicht mehr gelten lassen können, wie der eben bekanntgegebene Nachweis von Cuneolinen in sicheren Urgongeröllen dartut. Es deckt sich dieser Befund auch mit den Erfahrungen REICHELs, der schon seit Jahren Cuneolinen aus anstehendem Schrattenkalk kennt (nach liebenswürdigem mündl. Hinweis).

Damit rückt auch eine beiläufige Bemerkung von SCHLUMBERGER (1883) erneut in den Vordergrund (deren Inhalt möglicherweise von PFENDER 1939 zu Unrecht angezweifelt wurde), wonach die «couche à Orbitolines lenticulata LMK.» im Apt von Bellegarde kleine, schlecht erhaltene Cuneolinen führe. Primitive Vorläuferformen der Gattung tauchen vielleicht schon im Valange auf (PFENDER 1938, S. 238, Taf. 14, Fig. 6).

Anschließend sei noch ein Hinweis auf winzige Zwergformen gestattet, die ich am ehesten hierher zählen möchte, obwohl man sie auch anderswo im System zur Not unterbringen könnte (Fig. 38):

Es sind kleinwüchsige Foraminiferen, im Mittel kaum 0.15 mm groß. Im Schnitt erscheinen sie als gleichschenklige bis nahezu gleichseitige Dreiecke mit gerader, seltener leicht eingezogener

Basis. Sie teilen mit *Orbitolinopsis* die kegelige Gestalt, die Gliederung in (wenige) gerade Querböden und die Unterteilung der Kammern durch alternierende Septen. Angesichts der senkrechten Pfeilerung ist eine Verwechslung etwa mit Textularien, die sie in ähnlichen Größen und Formen begleiten, nicht gut möglich.

Ökologisch scheint dieses Kleinlebewesen die Fazies des «Urgonien grumeleux» — wir haben S. 44 auseinandergesetzt, welchen Sinn wir in den Begriff hineinlegen — besonders zugesagt zu haben. Aber sie sind auch hier keine häufigen Gäste. In gewöhnlichen Urgonschliffen habe ich sie bis anhin nicht beobachtet.

Bei der Deutung dieser Gebilde wird man zunächst einmal an Tangentialschnitte von *Orbitolinopsis* (und *Coskinolinen*!) erinnert, deren «couche corticale» ja die gleiche alternierende Stellung der radialen Septen zeigt. Doch waren gerade in den betr. Schliffen keine sicheren *Orbitolinopsis* aufzufinden, die man angesichts der willkürlich geführten Schnitte ja auch erwarten müßte.

Ähnliches hat PFENDER (1938a, Taf. 14, Fig. 6, oben; Taf. 15, Fig. 4) aus dem provenzalischen Valange bzw. mexikanischen Cenoman abgebildet und dafür eine Deutung als «*Dictyoconus*- oder *Coskinolina*-Jugendform» gewagt. Wobei man, falls man die Erklärung gelten läßt, füglich auch *Orbitolinopsis* anfügen dürfte.

Weiterhin ist aber auch die Gattung *Cuneolina* in den Kreis möglicher Formen miteinzubeziehen, was mir Prof. REICHEL zu bedenken gibt. Auch bei dieser Gattung müßten randliche Schriffe ja diese charakteristische Musterung durch alternierende Septen ergeben. Und es ist vielleicht mehr als bloßer Zufall, daß — wie wir bereits vorwegnahmen — gerade bei PFENDER als treuer Begleiter dieser Spitzhutform ein weiterer Mikroorganismus sich einstellt, den sie am ehesten als *Cuneolina*? ansprechen möchte (Valange, Basse Provence).

Schließlich und vor allem wird man aber auch die seit der Oberkreide bekannten Textulariellen zu berücksichtigen haben, die ja mit den *Cuneolinen* eng verknüpft sind und deren Erscheinen im Schrattenkalk nach den Erfahrungen mit *Cuneolina* nicht durchaus einen widerspruchsvollen Anachronismus bedeuten müßte. Das würde vor allem das Zusammengehen mit in Größe und Kammerhöhe sehr ähnlichen «Textularien» begreiflich machen.

IV. Problematica

Foraminifer oder Hydrozoenkolonie?

(Taf. 12, Fig. 35—37)

Dünnschliffe durch Präalpenmalm-Gerölle bergen hin und wieder ein merkwürdiges Gebilde, dessen systematische Stellung mir noch ganz unklar ist, wenngleich ich an seiner organischen Herkunft nicht zweifeln möchte.

Es handelt sich um runde-breitovale Kalkkörper, die bei günstiger Erhaltung deutliche Strukturen erkennen lassen. Häufiger aber ist der Innenbau durch grobkörnige Rekristallisation vernichtet worden. Die besterhaltenen Individuen lieferte ein Malmkalk - Geröll aus dem Mokauskonglomerat des Torrent de Nairvaux (Cenoman der Simmendecke), das ich anläßlich einer Pfingstexkursion des geologischen Institutes der ETH unter Führung von Prof. JEANNET zu Vergleichszwecken aufsamelte. Aus dieser Komponente — sie ist lithologisch-faunistisch nur in den *Préalpes médianes* zu beheimaten (einwandfreie *Trocholina alpina*) — stammen die Exemplare von Fig. 35—37.

Trotzdem auch vor ihnen die Rekristallisation nicht ganz Halt macht, verraten sie doch einige wichtige Strukturmerkmale. Man erkennt sich in den einen Schnitten konzentrisch, in den andern deutlich spiralig (Fig. 36) umhüllende, ziemlich dicke Kalkblätter, die durch radiale Septen (evtl. nur Stützpfeiler?) verbunden sind. Die so in Kammern aufgeteilten Interlamellarräume sind im Verlauf der Diagenese mit weißem Kalkspat verschlossen worden. Die Septen schalten sich nicht in streng regelmäßigen Abständen ein (Fig. 35). Man glaubt ca. 5—8 «Umgänge» zu erkennen, wobei pro Umgang mindestens 20—25 Septen entfallen.

Ebenso wenig läßt sich über die Form ein eindeutiges Urteil fällen. Kombiniert man die vorhandenen Schnitte, so wird man kugelige-ellipsoidische Gestalt vermuten. Eine Ausmessung ergab einen durchschnittlichen Durchmesser von 1.17 mm und Schwankungen zwischen 0.83 und 1.60 mm.

Als Baumaterial kam dunkler, dichter Kalk zur Verwendung, der stark zu diagenetischer Umsetzung und Rekristallisation neigt. Doch scheint es sich nicht um die dichte Kalksubstanz der Imperforata-Porzellanea zu handeln.

Fig. 36 zeigt eine kalziterfüllte Initialkammer, die durchaus an solche makrosphärischer Foraminiferen erinnert.

Wie gesagt ist die systematische Stellung des Fossils noch reichlich unsicher. Eine rein anorganische Erklärung (Rekristallisationsphänomen von Ooiden!) dürfte man allenfalls noch für Gebilde vom Aussehen der Fig. 36 heranziehen. Bei den besterhaltenen Stücken (Fig. 35, 37) kommt man aber um eine organische Entstehung nicht mehr herum.

Man könnte an Hydrozoen denken, mit deren Organisation die beobachteten Merkmale zur Not verträglich wären. Tatsächlich wissen wir ja auch, daß Hydrozoenkolonien als Antwort auf gewisse Umwelteinflüsse ihre Wuchsform ändern und von der festsitzenden Stockform zur beweglichen Kugelform überwechseln, und zwar innerhalb ein und derselben Gattung (z. B. *Parkeria*, *Stoliczkaia*, *Delhaidia*¹²³). Doch läßt sich mit einer solchen Deutung die Tatsache nicht in Einklang bringen, daß einige Individuen dem Anschein nach spirale Aufrollung zeigen.

Aber auch bei den Foraminiferen hat eine befriedigende Zuweisung zu einer bekannten Formengruppe ihre Schwierigkeiten, wie mir die Herren Prof. W. LEUPOLD und M. REICHEL in liebenswürdiger Weise bestätigen; am ehesten käme noch das Genus *Loftusia* in Frage, dessen Vertreter nach unserem derzeitigen Wissensstande aber nicht tiefer als Maestricht aufzutreten pflegen.

Die rätselhaften Gebilde sind mir auch in Geröllen aus der Nagelfluh unter die Augen gekommen (so vom Roßberg, vom Speer und von Rapperswil), zwar nicht in dem aufschlußreichen Erhaltungszustand, welcher der Mokausakomponente aus dem Torrent de Nairvaux beschieden ist. Aber auch in diesen Fällen handelt es sich bezeichnenderweise um sichere Malmgerölle, die sich anhand ihrer petrographischen Fazies und dem mikrofaunistischen Inhalt als solche auszuweisen vermögen.

Soweit meine mikropaläontologischen Beobachtungen, denen durch zwei Momente Beschränkung auferlegt war: Einmal durch das heterogene und zur Beurteilung vieler Einzelheiten zahlenmäßig nicht ausreichende Schliffmaterial und zweitens durch die stratigraphische Zielrichtung der Geröllanalyse, die eine allzu starke Vertiefung in Fragestellungen der Mikropaläontologie nicht gestattete.

¹²³ Ein lehrreiches Gegenstück aus dem Pflanzenreich ist in anderem Zusammenhang (anlässlich der Bekanntgabe von Algenkalk-Kugeln aus dem Aquitan) näher besprochen worden (SPECK 1949).

Literaturverzeichnis

- Abkürzungen: Eclog. = *Eclogae geologicae Helvetiae*
 Beitr. = *Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz*
 CR. = *Compte rendu*
- AMPFERER, O. Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen. Wien (Geol. Bundesanstalt) 1932.
- ANDRUSOV, D. Rôle des Thallophtes dans la constitution des roches sédimentaires des Carpathes tchécoslovaques. *Věstn. Král. Ces. Spol. Nauk. Tř. matemat.-přirodovéd.* Ročník 1938, 1—32, Taf. 1—6, Prag 1938.
- ARBENZ, K. Geologie des Hornfluhgebietes (Berner Oberland). Beitr., N. F. 89, Bern 1947.
- ARBENZ, P. Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. *Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich*, 64, S. 246—275, Zürich 1919.
- ARNI, P. Geologische Forschungen im mittleren Rätikon. Diss. Univ. Zürich, Solothurn 1926.
- AVNIMELECH, M. Sur la présence des Cuneolina dans le Turonien de la Palestine. CR. somm. Soc. géol. Fr., 1939, 10, S. 140—142, Paris 1939.
- BALTZER, A. Zur Herkunft der bernischen bunten Nagelfluh. *Mitt. naturf. Ges. Bern*, 1891, S. 91—92, Bern 1892.
- BARKER, R. W. Some larger Foraminifera from the Lower Cretaceous of Texas. *Journal of Paleontology*, 18, 204—209, Taf. 35, 1944.
- BARTENSTEIN, H. Kalk-Körper von Holothurien in norddeutschen Lias-Schichten. *Senckenbergiana* 18, S. 1—10, 12, Abb., Frankfurt a. M. 1936.
- BARTENSTEIN & BRAND, E. Mikro-paläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwest-deutschen Lias und Doggers. *Abh. senckenberg. naturf. Ges.*, 439, Frankfurt a. M. 1937.
- BARTH, T. F. W., CORRENS, C. W. & ESKOLA, P. Die Entstehung der Gesteine. Berlin 1939.
- BAUMBERGER, E. Die Deutung des Rigi- und Roßbergprofils auf Grund neuer Fossilfunde. *Verh. naturf. Ges. Basel*, 40, 295—312, Taf. 1, Basel 1929.
- Die Molasse des Schweizerischen Mittellandes und Juragebietes. *Geol. Führer d. Schweiz*, Fasc. 1, S. 57—75, Taf. 5—6, Basel 1934.
- BECK, P. Über den Bau der Berner Kalkalpen und die Entstehung der subalpinen Nagelfluh. *Eclog.* 11, 4, S. 497—518, 1911. (1911a).
- Beiträge zur Geologie der Thunerseegebirge, mit besonderer Berücksichtigung des Sigriswilergrates, des Beatenberges und des Harders. Beitr. N. F. 29, Bern 1911. (1911b).
- Die Niesen-Habkernerdecke und ihre Verbreitung im helvetischen Faciesgebiet. *Eclog.* 12, 1, 65—151, Taf. 1—4, Lausanne 1912.
- Umgebung von Thun. Exkursion Nr. 39 A. *Geol. Führer d. Schweiz*, Fasc. 8, S. 577—583, Basel (Wepf) 1934.
- BERLIAT, K. Über das Alter der Couches rouges in den Préalpes médianes. *Eclog.*, 35, 2, S. 127—132, Basel 1942.
- BERZ, K. C. Petrographisch-stratigraphische Studien im oberschwäbischen Molassegebiet. Diss. Univ. Tübingen. *Jahresh. Ver. vael. Naturk. Württemberg*, 71, S. 276—343, Taf. 10 bis 11, Stuttgart 1915.
- BIERI, P. Über die Ausbreitung der Simmendecke in den östlichen Préalpes romandes. *Eclog.* 39, 1, S. 25—34, Basel 1946.
- BLANCHET, F. Etude micrographique des calcaires urgoniens. *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble*, 11, 1916—1917, S. 29—86, Taf. 1—2, Grenoble 1918.
- BODEN, K. Die Geröllführung der miozänen und oligozänen Molasse-Ablagerungen im südbayerischen Alpenvorland zwischen Lech und Inn und ihre Bedeutung für die Gebirgsbildung. *Mitt. geogr. Ges. München*, 18, S. 427—504, München 1925.
- Beschaffenheit, Herkunft und Bedeutung des ostalpinen Molasse-Schuttes. *Abh. geol. Landesuntersuchg. bayer. Oberbergamt*, 1—33, München 1931.

- BOLLI, H. Zur Stratigraphie der Oberen Kreide in den höheren helvetischen Decken. Diss. Univ. Zürich. Eclog. 37, 2, S. 217—328, Taf. 9, Basel 1944.
- BONI, A. Vertebrati retici italiani. R. Accad. naz. dei Lincei, 1937 (6), 6, Rom 1937.
- BORNEMANN, L. G. Über die Foraminiferengattung *Involutina*. Zeitschr. dtsch. geol. Ge., 26, S. 702—740, Taf. 18—19, Berlin 1874.
- BRÜCKNER, W. Stratigraphie des autochthonen Sedimentmantels und der Griesstockdecke im oberen Schächental (Kanton Uri). Diss. Univ. Basel. Verh. naturf. Ges. Basel, 48, S. 77—182, Taf. 1—2, Basel 1937.
- BUXTORF, A. Molasse- und Flyschtektonik südlich Luzern und ihre Bedeutung für den Lopperberg-Querbruch. Eclog. 29, 1, S. 291—301, Basel 1936.
- Über Vorkommen von Leimernschichten in der Unterlage des Schlierenflysches. Eclog. 36, 2, S. 204—207, Basel 1943.
- BUXTORF, A., KOPP, J. & BENDEL, L. Stratigraphie und Tektonik der aufgeschobenen subalpinen Molasse zwischen Horw und Eigenthal bei Luzern. Eclog. 34, 1, S. 135—154, Taf. 8—10, Basel 1941.
- BUXTORF, A. & KOPP, J. Über das Unterstampien der Rigi und über Querbrüche in der Molasse zwischen Vierwaldstätter- und Zugersee. Eclog. 36, 2, S. 291—301, Basel 1943.
- BUXTORF, A. & REICHEL, M. Über das Alter der Lithothamnienkalke von Montorfano bei Como. Eclog. 29, 2, S. 497—499, Basel 1936.
- CADISCH, J. Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Nagelfluh. Eclog. 18, 2, S. 222—227, Basel 1923.
- Der Bau der Schweizeralpen. Zürich (Orell Füssli) 1926.
- Das Werden der Alpen im Spiegel der Vorlandsedimentation. Geol. Rundschau, 19, S. 105 bis 119, Berlin 1928.
- Geologische Beobachtungen im Molassegebiet zwischen Linth und Thur. Eclog. 23, 2, S. 567—571, 1930.
- Geologie der Schweizeralpen. Zürich (Beer) 1934.
- CADISCH, J., BEARTH, P. & SPAENHAUER, F. Erläuterungen zu Atlasblatt 14 (Ardez). Bern 1941.
- CAMPANA, B. Géologie des nappes préalpines au Nord-est de Château-d'Oex. Beitr., N. F. 82, Bern 1943.
- CAYEUX, L. Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. Texte et Atlas. Mém. Carte géol. Fr., Paris 1916.
- Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées (Calcaires et dolomies). Paris (Masson) 1935.
- CORNELIUS, H. P. Beobachtungen über die Gerölleföhrung am Allgäuer Alpenrande. Verh. geol. Bundesanst., S. 183—191, Wien 1923.
- Einige Bemerkungen über die Gerölleföhrung der bayrischen Molasse. Verh. geol. Bundesanst., S. 1—10, Wien 1920.
- Geologie der Err-Juliergruppe. I. Beitr., N. F. 70, Bern 1935.
- CORRENS, C. W. siehe: BARTH, CORRENS & ESKOLA.
- CUSHMAN, J. A. A monograph of the Foraminiferal family Valvulinidae. Cushm. Labor. Foram. Research, spec. Publ., 8, Sharon (Mass.) 1937.
- Foraminifera, their classification and economic use. 3. Aufl. Harvard Univ. Press 1940.
- DAVIES, L. M. The genus *Dictyoconus* and its allies. Trans. Roy. Soc. Edin., 56, 2, S. 485 bis 505, Taf. 1—2, Edinburgh 1930.
- The genera *Dictyoconoides* NUTTALL, *Lockhartia* nov. gen. and *Rotalia* LAMARCK. Ebenda, 57, 2, S. 397—428, Taf. 1—4, Edinburgh 1932.
- An early *Dictyoconus* and the genus *Orbitolina*; their contemporaneity, structural, distinction and respective natural allies. Ebenda, 59, 3, S. 773—790, Taf. 1—2, Edinburgh 1939.
- EBEL, J. G. Über den Bau der Erde in dem Alpengebirge etc. 2 Bde., Zürich (Orell Füssli) 1808.
- EGGER, J. G. Foraminiferen der Seewener Kreideschichten. Sitz. Ber. bayer. Akad. Wiss., amth.-phys. Kl., 1909, 11. Abh., München 1909.
- ESCHER VON DER LINTH, ARN. Bemerkungen über das Molassegebilde der östlichen Schweiz. Mitt. naturf. Ges. Zürich, S. 97—112, Zürich 1847.
- Geologische Bemerkungen über das nördliche Voralberg und einige angrenzende Gegenden. Neue Denkschr. allg. schw. Ges. gesamt. Naturw., Basel 1853.
- Verh. schw. naturf. Ges., 39, S. 40—41, St. Gallen 1854 (ohne Titel).
- ESCHER-HESS, C. Mikroskopische Untersuchung einiger Sedimente. Trias-Lias Zürich 1903.
- Übere einige Vorkommnisse der oligocänen und miocänen Molasse und Nagelfluh der östlichen Schweiz. Zürich (Orell Füssli) 1907.
- EUGSTER, H. Geologie der Ducangruppe (Gebirge zwischen Albula und Landwasser). Beitr., N. F. 49, 3, Bern 1923.

- FICHTER, H. J. Geologie der Bauen-Brisenkette am Vierwaldstättersee und die zyklische Gliederung der Kreide und des Malm der helvetischen Decken. Beitr., N. F. 69, Bern 1934.
- FISCHLI, H. Beitrag zur Kenntnis der fossilen Radiolarien in der Riginagelflüh. Mitt. naturw. Ges. Winterthur, 11, 1915/16, S. 44—47, Winterthur 1916.
- FRASSON, B. A. Geologie der Umgebung von Schwarzenburg (Kanton Bern). Beitr., N. F. 88, Bern 1947. Diss. Univ. Bern.
- FREI, H. Zur Heimatbestimmung der Nagelflüh. Beil. Progr. städt. Gymn. Bern 1892.
- FRENTZEN, K. Die Foraminiferenfaunen des Lias, Doggers und unteren Malms der Umgegend von Blumberg (Oberes Wutachgebiet). Beitr. zur naturkundl. Forschung im Oberrhein-gebiet, 6, 1941, 125—402, Taf. 1—7, Karlsruhe 1941.
- FREULER, G. Bericht über die Exkursion E. Eclog. 28, 2, 1935, 414—435, Basel 1936.
- FREYMOND, P. Note sur les poudingues de la Mocausa. Bull. Soc. vaud. Sci. nat., 61, Nr. 251, S. 13—14, Lausanne 1940.
- FRÖHLICHER, H. Geologische Beschreibung der Gegend von Escholz matt im Entlebuch (Kanton Luzern). Beitr., N. F. 67, Bern 1933.
- FRÜH, J. J. Beiträge zur Kenntnis der Nagelflüh der Schweiz. Neue Denkschr. allg. schw. Ges. ges. Naturw., 30, 1, Zürich 1888.
- GAGNEBIN, E. Découverte d'un lambeau de la nappe de la Simme dans les Préalpes du Chablais. CR. Acad. Sc., 208, S. 822, Paris 1939.
- Quelques problèmes de la tectonique d'écoulement en Suisse orientale. Bull. Soc. vaud. Sc. nat., 62, No. 263, Lausanne 1945.
- siehe LUGEON & GAGNEBIN 1941.
- GALLOWAY, J. J. A manual of Foraminifera. Bloomington, Ind. (Principia Press) 1933.
- GEIGER, E. Erläuterungen zu Atlasblatt 16 (Pfyn-Märstetten-Frauenfeld-Bußnang). Bern 1943.
- GERBER, E. Jensberg und Brüttelen, zwei Ausgangspunkte für die Molasse-Stratigraphie des bernischen Mittellandes. Eclog. 12, 4, S. 451—476. 1913.
- GLAESSNER, M. F. Principles of micropalaeontology. Melbourne (Univ. Press) 1945.
- GRUNAU, H. Das Ophiolithvorkommen von Hauen am Jaunpaß (Kt. Bern). Schw. min. und petr. Mitt., 25, S. 311—326, Zürich 1945.
- GSCHWIND, M. siehe DE QUERVAIN & GSCHWIND, 1934.
- GUBLER, J. Etudes géologiques dans le Vorarlberg central. Diss. Univ. Paris. Vincennes 1927.
- GÜMBEL, C. W. Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha 1861.
- Über Foraminiferen, Ostracoden und mikroskopische Thier-Überreste in den St. Cassianer und Raibler Schichten. Jb. k. k. geol. Reichsanst., 19, S. 175—186, Taf. 5—6, Wien 1869.
- GUTZWILLER, A. Molasse und jüngere Ablagerungen enthalten auf Blatt IX des Eidgenössischen Atlas. Beitr., 14, 1, Bern 1877.
- HABICHT, K. Geologische Untersuchungen im südlichen sanktgallisch-appenzellischen Molassegebiet. Diss. Univ. Zürich. Beitr., N. F. 83, Bern 1945 (1945a).
- Neuere Beobachtungen in der subalpinen Molasse zwischen Zugersee und dem st. gallischen Rheintal. Eclog. 38, 1, S. 121—149, Taf. 6, Basel 1945 (1945b).
- HAHN, F. F. Geologie der Kammerker-Sonntagshorngruppe, 1. Teil. Jb. k. k. geol. Reichsanst., 60, S. 311—420, Taf. 16—17, Wien 1910.
- HARTMANN, E. Geologie der Peißenberger Pechkohlen-Mulde. Abh. geol. Landesuntersuchg., bayr. Oberbergamt, 30, München 1938.
- HAUS, H. Geologie der Gegend von Schangnau im oberen Emmental (Kanton Bern). Beitr., N. F. 75, Bern 1937. Diss. Univ. Basel.
- HEER, O. Die Urwelt der Schweiz. Zürich (Schultheß) 1865.
- HEIM, ALB. Geologische Nachlese. Nr. 15. Ein Profil am Südrand der Alpen, der Pliocaen-fjord der Breggiaschlucht. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich, 51, S. 1—49, Taf. 1—2, Zürich 1906.
- Geologie der Schweiz, I: Molasseland und Juragebirge. Leipzig (Tauchnitz) 1919. Geologie der Schweiz, II: Die Schweizeralpen. 2 Bde., ebenda, 1921, bzw. 1922.
- HEIM, Arn. Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch, mit einigen Bemerkungen über die subalpine Nagelflüh. Eclog. 9, Nr. 3, S. 413—424, 1907.
- Monographie der Churfürsten-Mattstock-Gruppe, I, II und III. Beitr., N. F. 20, Bern 1910 bis 1916.
- HÖHN-OCHSNER, W. Das Werden unseres Heimatbodens. 5. Neujaarsbl. Leseges. Wädens-wil 1934, Wädenswil 1933.
- HUG, O. Lias und Dogger-Ammoniten aus der Zone der Freiburger Alpen. I. Ober-Lias. Mo-léson; II. Unter- und Mittel-Lias. Langeneckgrat. Abh. schw. paläont. Ges., 25, 26, 1898 bis 1899.

- JEANNET, A. Monographie géologique des Tours d'Ai et des régions avoisinantes (Préalpes vaudoises). I. u. II. Beitr., N. F. 34, Bern 1912/13 bzw. 1918.
- Das romanische Deckengebirge, Préalpes und Klippen. In: ALB. HEIM, Geol. Schw. II, 2, S. 589—676, Leipzig (Tauchnitz) 1922.
- Geologie der oberen Sihltaler-Alpen (Kanton Schwyz). Ber. schwyz. naturf. Ges., 3, 1938/1940, S. 3—24, Taf. 1—6, Einsiedeln 1941.
- JEANNET, A., LEUPOLD, W. & BUCK, D. Stratigraphische Profile des Nummulitikums von Einsiedeln-Iberg. Ebenda, 1, 1932/35, S. 35—51, Taf. 1—2, Einsiedeln 1935.
- KAUFMANN, F. J. Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse. Neue Denkschr. d. schw. naturf. Ges., Basel 1860.
- Rigi und Molassegebiet der Mittelschweiz. Beitr., 11, Bern 1872.
- Emmen- und Schlierengegenden nebst Umgebungen bis zur Brünigstraße und Linie Lungern-Grafenort. Beitr., 24, 1, Bern 1886 (mit Atlas).
- Geologische Skizze von Luzern und Umgebung. Beil. Jahresber. Kantonschule u. Theol. Luzern 1886/87, Luzern (Räber) 1887.
- KEIJZER, F. On a new genus of arenaceous foraminifera from the Cretaceous of Texas. Proc. Nederl. Akad. Wetensch., 45, No. 10, 1016—1017, Fig. a—j, 1942.
- KILIAN, W. Présence de galets de variolite dans les conglomérats burdigaliens des environs de Grenoble et le Miocène des Basses-Alpes. CR. somm. Soc. géol. Fr., Mai 1915.
- KILIAN, W. & HOVELACQUE. Album de microphotographies de roches sédimentaires. Paris (Gauthier-Villars) 1900.
- KILIAN, W. siehe TERMIER, P. & KILIAN, W. 1918.
- KLEIBER, K. Geologische Untersuchungen im Gebiet der Hohen Rone. Eclog. 30, 2, S. 419 bis 430, Basel 1937.
- KOBER, L. Tektonische Geologie. Berlin (Borntraeger) 1942.
- KOCKEL, C. W., RICHTER, M. & STEINMANN, H. G. Geologie der Bayrischen Berge zwischen Lech und Loisach. Wiss. Veröff. D. u. Oe. Alpenverein, 10, Innsbruck 1931.
- KOPP, J. Einige Resultate der geologischen Neuaufnahmen der Umgebung von Luzern. Eclog. 27, 2, S. 330—333, Basel 1934.
- Die Bergstürze des Roßberges. Eclog. 29, 2, S. 490—493, Basel 1936.
- Demonstration einer geologischen Karte der Südseite der Rigi. Eclog. 30, Basel 1937.
- KOPP, J. & MARTIN, G. P. R. Die Hauptaufschiebung der subalpinen Molasse zwischen Zugersee und Ägerisee. Eclog. 31, 2, S. ???, Basel 1938.
- KOPP, J. siehe BUXTORF & KOPP, 1941 bzw. 1943.
- KRAUS, E. Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Immenstadt Nr. 856. München (bayer. Oberbergamt) 1929.
- Über den Schweizer Flysch. Eclog. 25, 1, S. 39—129, Basel 1932. (1932a).
- Der nordalpine Kreideflysch. Geol. u. Pal. Abh., Jena 1932. (1932b).
- Der Abbau der Gebirge. Bd. I: Der alpine Bauplan. Berlin (Borntraeger) 1936.
- KRUMBEIN, W. C. Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. J. of sedimentary, 11, 64—72, 1941.
- LAPPARENT, J. DE. Etude lithologique des terrains crétacées de la région d'Hendaye. Mém. Carte géol. dét. Fr., 12, Paris 1918.
- Leçons de Pétrographie. Paris (Masson) 1923.
- LEUPOLD, W. Neue mikropaläontologische Daten zur Altersfrage der alpinen Flyschbildungen. Eclog. 26, 2, S. 295—319, Basel 1933.
- Exkursion Nr. 87. Arosa-Alteinfurka-Glaris (Davos)-Filisur. Geol. Führer d. Schw., Fasc. 13, S. 997—1014, Basel (Wepf) 1934.
- Zur Stratigraphie der Flyschbildungen zwischen Linth und Rhein. Eclog. 30, 1, S. 1—23, Basel 1937.
- Die Flyschregion von Ragaz. Eclog. 31, 2, S. 403—428, Taf. 12, Basel 1938.
- Neue Beobachtungen zur Gliederung der Flyschbildungen der Alpen zwischen Reuß und Rhein. Eclog. 35, 2, S. 247—291, Basel 1942.
- siehe: JEANNET, A., LEUPOLD, W. & BUCK, D., 1935.
- LEUPOLD, W. & BIGLER, H. Coscinoceras, eine neue Foraminiferenform aus Tithon-Unterkreide-Gesteinen der helvetischen Zone der Alpen. Eclog. 28, 2, S. 606—624, Taf. 18, Basel 1935.
- LEUPOLD, W. & MAYNC, W. Das Auftreten von Choffatella, Pseudocyclamina, Lovcenipora (Claudocoropsis) und Clypeina im alpinen Faziesgebiet. Eclog. 28, 1, S. 129—139, Fig. 1—3, Basel 1935.
- LEUPOLD, W., TANNER, H. & SPECK, J. Neue Geröllstudien in der Molasse. Eclog. 35, 2, 1942, S. 235—246, Basel 1943.
- LEUPOLD, W. siehe: JEANNET, A., LEUPOLD, W. & BUCK, D., 1935.

- LIECHTI, W. Geologische Untersuchungen der Molassenagelfluhregion zwischen Emme und Ilfis (Kanton Bern). Diss. Univ. Bern. Beitr., N. F. 61, Bern 1928.
- LOMBARD, A. Les Préalpes Médiannes entre le Risse et somman (Vallée du Giffre, Haute-Savoie). Eclog. 33, 1, S. 53—178, Taf. 8—11, Basel 1940.
- LOMBARD, AUG. Microfossiles d'attribution incertaine du Jurassique supérieur alpin. Eclog. 30, 2, S. 320—331, Taf. 19—20, Basel 1937.
- Attribution demicrofossiles du Jurassique supérieur alpin à des Chlorophycées (Proto- et Pleurococacées). Eclog. 38, 1, S. 163—173, Basel 1945.
- LORENZ, Th. Geologische Studien im Grenzgebiete zwischen helvetischer und ostalpiner Fazies. II. Der Südliche Rhaetikon. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br., 12, S. 34—95, Taf. 1—9, Freiburg i. Br. 1901.
- LUCAS, G. Dictyoconus Cayeuxi n. sp., Foraminifère de grande taille de l'Aaléenien de l'Oranie occidentale. CR. somm. Soc. géol. Fr., 18, S. 353—355, Paris 1938.
- LUGEON, M. & GAGNEBIN, E. Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes romandes. Mém. Soc. vaud. Sc. nat., 47, vol. 7, No. 1, Lausanne 1941.
- MARTIN, G. P. R. Zur Mikrofauna des Ferrugineus-Oolith aus der Gegend von Basel. Eclog. 31, 2, S. 355—361, Taf. 11, Basel 1938.
- MAYNC, W. Die Grenzschichten von Jura und Kreide in der Titliskette. Diss. Bern. Eclog. 31, 1, S. 21—70, Basel 1938.
- MOHLER, W. Mikropaläontologische Untersuchungen in der nordschweizerischen Juraformation. Abh. schw. palaeont. Ges., 60, Basel 1938.
- Über das Vorkommen von Trocholina Paalzow in der Unterkreide von West-Borneo. Eclog. 39, 2, S. 300—302, Basel 1946.
- MOLLET, H. Geologie der Schafmatt-Schimberg-Kette und ihrer Umgebung (Kt. Luzern). Beitr., N. F. 47, 3, Bern 1921.
- MOOS, A. von. Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassesandsteinen. Schw. min. u. petr. Mitt., 15, S. 169—265, Zürich 1935.
- MUHEIM, F. Subalpine Molassezone im östlichen Vorarlberg. Eclog. 27, 1, S. 181—296, Taf. 6—7, Basel 1934. Diss. Univ. Bonn.
- MÜLLER-DEILE, G. Flyschbreccien in den Ostalpen und ihre paläogeographische Auswertung. Neues Jb. Min. etc., Beil. Bd. 84, B, S. 330—378, Taf. 21—27, Stuttgart 1940.
- NABHOLZ, W. K. Geologie der Bündnerschiefergebirge zwischen Rheinwald, Valser- und Safiental. Diss. Univ. Zürich. Eclog. 38, 1, S. 1—119, Taf. 1—5, Basel 1945.
- NIGGLI, E. Das westliche Tavetscher Zwischenmassiv und der angrenzende Nordrand des Gotthardmassivs. Diss. Univ. Zürich. Schw. min. u. petr. Mitt., 24, S. 58—301, Taf. 1—3, Zürich 1944.
- NIGGLI, P. Die Charakterisierung der klastischen Sedimente nach der Kornzusammensetzung. Schw. min. u. petr. Mitt., 15, S. 31—38, Zürich 1935.
- OCHSNER, A. Geologie des Fluhbrig und der nördlich anschließenden Flyschregion. Diss. ETH Zürich. Horgen 1921.
- PAALZOW, R. Die Foraminiferen der Parkinsoni-Mergel von Heidenheim am Hahnenkamm. Abh. naturhist. Ges. Nürnberg, 22, S. 1—35, Taf. 1—4, Nürnberg 1922.
- Die Foraminiferen aus den Transversarius-Schichten und Impressa-Tonen der nordöstlichen Schwäbischen Alb. Jh. Ver. Vaterl. Naturk. Württemberg, 88, S. 81—142, Taf. 4—11, 1932.
- PETERHANS, E. Etude du Lias et des géanticlinaux de la Nappe des «Préalpes médianes» entre la vallée du Rhône et le Lac d'Annecy. Denkschr. schw. naturf. Ges., 62, 2, 1926.
- PEYER, B. Ein fossiler Ganoidfisch aus der Val Sassa, Graubünden. Eclog. 30, 2, S. 356—359, Taf. 24, Basel 1937.
- siehe SCHALCH, F. & PEYER, B., 1919.
- PFENDER, J. Sur un Foraminifère nouveau du Bathonien des Montagnes d'Escreins (Hautes-Alpes), Kilianina Blancheti no. gen. et sp. Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble, 18, 1934—35, S. 125, Grenoble 1936. (1936a).
- Sur la répartition stratigraphique de Coscinoceras LEUPOLD. CR. somm. Soc. géol. Fr., 1936, 12, S. 209—211, Paris 1936. (1936b).
- Les foraminifères du Valanginien provençal. Bull. Soc. géol. Fr. (5), 8, S. 231—242, Taf. 13—16, Paris 1938. (1938a).
- Etude micrographique des calcaires crétacés et éocènes de l'Imini, de Tamdakht et de Skoura. In: MORET, L. Contribution à la paléontologie des couches crétacées et éocènes du versant sud de l'Atlas de Marrakech. Serv. Mines et Carte géol. Maroc, notes et mém., 49, Rabat 1938. (1938b).
- Sur la valeur stratigraphique de Cuneolina D'ORB. CR. somm. Soc. géol. Fr., 1939, 11, S. 170—171, Paris 1939. (1939a).

- Sur un calcaire phytogène du Lias inférieur d'Espagne et l'extension de ce facies en quelques autres régions. *Bull. Lab. Géol. etc. Univ. Lausanne*, 66, Lausanne 1939. (1939b).
- PIA, J. siehe RAMA RAO & PIA 1936.
- PREVER, P. L. & SILVESTRI, A. Contributo allo studio delle Orbitoliniae. *Boll. Soc. geol. ital.*, 23, 3, 1904, S. 467—486, Rom 1905.
- QUEREAU, Ed. Die Klippenregion von Iberg (Sihltal). *Beitr.*, 33, Bern 1893.
- QUERVAIN, F. de & GSCHWIND, M. Die nutzbaren Gesteine der Schweiz. Bern (Huber) 1934.
- RABOWSKI, F. Les Préalpes entre le Simmental et le Diemtigtal. I. *Beitr.*, N. F. 35, Bern 1920.
- RAMA RAO, L. & PIA, J. Fossil algae from the uppermost Cretaceous beds (the Niniyur group) of the Trichinopoly district, S. India. *Palaeontologia Indica*, 21, 4, Calcutta 1936.
- REICHEL, M. Etudes sur les Alvéolines. *Mém. Soc. paléont. suisse*, 57, S. 1—93, 59, S. 95 bis 147, 11 Taf., Basel 1936—1937.
- siehe: BUXTORF & REICHEL 1936.
- siehe: nachstehend.
- RENZ, C. & REICHEL, M. Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des ostmediterranen Jungpaläozoikums und dessen Einordnung im griechischen Gebirgssystem. *Eclog.* 38, 2, 1945, S. 211—313, Taf. 9, Basel 1946.
- RENZ, H. H. Die subalpine Zur Geologie der östlichen st. gallisch-appenzellischen Molasse. *Diss. Univ. Zürich. Jb. st. gall. naturw. Ges.*, 69, 1937—1938, St. Gallen 1937. (1937a).
- Die subalpine Molasse zwischen Aare und Rhein. *Eclog.* 30, 1, S. 87—214, Taf. 12—13, Basel 1937. (1937b).
- RENZ, O. Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchung der Scaglia (Obere Kreide-Tertiär) im zentralen Apennin. *Diss. Univ. Basel. Eclog.* 29, 1, S. 1—149, Taf. 1 bis 15, Basel 1936.
- RICHTER, M. Molasse und Alpen. *Z. dtsh. geol. Ges.*, 79, 124—135, Berlin 1927.
- Der ostalpine Deckenbogen. *Jb. geol. Bundesanst.*, 80, S. 497—540, Taf. 30, Wien 1930.
- Die deutschen Alpen und ihre Entstehung. *Deutscher Boden*: Bd. 5, Berlin (Borntraeger) 1937.
- Die Gliederung der subalpinen Molasse. *Neues Jb. Min. etc., Beil.* Bd. 83, B, S. 1—45, Stuttgart 1940.
- siehe KOCKEL, RICHTER & STEINMANN, 1931.
- RICHTER, R. Einführung in die Zoologische Nomenklatur durch Erläuterung der Internationalen Regeln. Frankfurt a. M. (Senckenb. naturf. Ges.) 1943.
- RÖSLI, F. Fazielle und tektonische Zusammenhänge zwischen Oberengadin und Mittelbünden. *Eclog.* 37, 2, S. 355—383, Basel 1944.
- Sedimentäre Zone von Samaden (Kt. Graubünden). *Eclog.* 38, 2, S. 329—336, Basel, 1945.
- Zur Frage der Existenz unterostalpiner, grisonider Elemente im Westalpenbogen. *Eclog.* 39, 1, S. 55—101, Basel 1946.
- RUEST Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen des Jura. *Palaontographica*, N. F. 11, S. 273—321, Taf. 26—45, Kassel 1885.
- RÜTIMEYER, L. Der Rigi; Berg, Thal und See. Basel (Georg) 1877.
- RUTSCH, R. Geologie des Belpbergs. *Diss. Univ. Bern. Mitt. naturf. Ges. Bern* 1927, S. 1—194, Taf. 1—9, Bern 1928.
- Neue Auffassungen über die Entstehung der Molasse-Sedimente. *Eclog.* 38, 2, S. 407—411, Basel 1945.
- Molasse und Quartär im Gebiet des Siegfriedblattes Rüeggisberg. *Beitr.*, N. F. 87, Bern 1947.
- SACCO, F. Il fenomeno diluvio-glaciale nelle Alpi durante l'era terziaria. *Boll. Soc. geol. ital.*, 55, S. 63—115, 1936.
- SAUSSURE, H.-B. DE Voyages dans les Alpes. Troisième voyage. Bd. 7, Neuchâtel 1796.
- SCHALCH, F. & PEYER, B. Über ein neues Rhätvorkommen im Keuper des Donau-Rheinzuges. *Mitt. bad. geol. Landesanst.*, 8, 1919.
- SCHARDT, H. Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisse. *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.*, 34, 128, S. 113—219, Taf. 1, Lausanne 1898.
- SCHILLER, W. Geologische Untersuchungen im östlichen Unterengadin. I. Lischannagruppe. *Ber. natf. Ges. Freiburg i. Br.*, 14, S. 107—180, Taf. 4—8, Freiburg i. Br. 1904.
- II. Piz Lad-Gruppe. *Idem*, 16, S. 108—163, Taf. 2—3, Freiburg i. Br. 1906.
- SCHLÄGINTWEIT, O. Geologische Untersuchungen in den Bergen zwischen Livigno, Bormio und St. Maria im Münstertal. *Z. dtsh. geol. G.*, 60, S. 198—272, Taf. 14, Berlin 1908.
- SCHLATTER, L. E. Neue geologische Untersuchungen im mittleren Säntisgebirge. *Jb. st. gallich naturwiss. Ges.*, 70, S. 27—101, St. Gallen 1941.
- SCHLOSSER, M. Die Cenomanfauna der Bayrischen Alpen. *Centralbl. Min. usw.*, 1924, S. 82—95, Stuttgart 1924.

- SCHLUMBERGER, Ch. Note sur le genre *Cunecolina*. Bull. Soc. géol. Fr. (3), 11, Paris 1883.
- SCHMIDLE, W. Über Gerölle in der marinen Molasse bei Überlingen. Mitt. bad. geol. Landesanst., 7, S. 27—54, Heidelberg 1912.
- SCHRÖDER, J. Die jurassischen Fleckenmergel der bayrischen Alpen. Neues Jb. Min. etc., Beil. Bd. 52, B, S. 214—283, Stuttgart 1925.
- SCHUBERT, R. Über *Lituonella* und *Coskinolina liburnica* STACHE sowie deren Beziehungen zu den anderen Dictyoconinen. Jb. geol. Reichsanst., 62, S. 195—208, Taf. 10, Wien 1912.
- SCHWARTZ-CHENEVART, CH. Les nappes des Préalpes médianes et de la Simme dans la région de la Hochmatt (Préalpes fribourgeoises). Diss. Univ. Freiburg. Mém. Soc. frib. Sc. nat., 12, Freiburg 1945.
- SEIDLITZ, W. VON Der Aufbau des Gebirges in. Geologische Untersuchungen im östlichen Rätikon. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br., 16, S. 232—366, Taf. 7—12, Freiburg i. Br. 1906.
- SIEBER, R. Neue Untersuchungen über die Stratigraphie und Ökologie der alpinen Triasfaunen. Neues Jb. Min. etc., Beil. Bd. 78, B, Stuttgart 1937.
- SILVESTRI, A. Di alcune Orbitoline della Grecia. Mem. Pont. Accad. Sc. nat. Nuovi Lincei (2), 14, S. 223—266, Taf. 1, Rom 1930.
- Foraminiferi del Cretaceo della Somalia. Palaeontographia Italica, 32, S. 143—204, Taf. 9 bis 16, Siena 1932. (1932a).
- Revisione di Orbitoline Nordamericane et nuova località di Chapmanine. Mem. Pont. Accad. Sc. nat. Nuovi Lincei, 16, S. 371—389, Taf. 1—2, Rom 1932. (1932b).
- siehe: PREVER & SILVESTRI, 1905.
- SPECK, J. Zur Geologie der subalpinen Molasse zwischen Zug und Ägeri. Zürich 1943 (unveröffentlichte Diplomarbeit).
- Fährtenfunde aus dem subalpinen Burdigalien und ihre Bedeutung für Fazies und Paläogeographie der oberen Meeresmolasse. Eclog. 38, 2, S. 411—416, Taf. 15, Basel 1945.
- Exkursion Nr. 8: Zug-Lorzentobel-Schöneegg. Geol. Exkursionen in der Umgebung von Zürich, S. 52—58, Zürich 1946.
- siehe: LEUPOLD, TANNER & SPECK, 1942.
- Blaualgenknollen im subalpinen Aquitanien am Zugersee. Eclog. 42, 1, 1949, S. 1—11, Fig. 1—3, Taf. 1—4, Basel 1949.
- SPENGLER, E. Die nördlichen Kalkalpen. In: SCHAFFER, F. X., Geologie der Ostmark, S. 202—294, Wien (Deuticke) 1943.
- SPITZ, A. & DYHRENFURTH, G. Monographie der Engadiner Dolomiten zwischen Schuls, Scans und dem Stilfserjoch. Beitr., N. F. 44, Bern 1915.
- STAENDER, G. Stratigraphie und Tektonik des helvetischen Malm zwischen Kiental und Lütischental. Diss. Univ. Bern. Zürich (Lang) 1943.
- STAUB, R. Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge. Vierteljahresschr. Natf. Ges. Zürich, 60, 1915.
- Tektonische Studien im östlichen Berninagebirge. Vierteljahresschr. Natf. Ges. Zürich, 61, 1916, 324—404, Zürich 1916.
- Der Bau der Alpen. Versuch einer Synthese. Beitr. 52, 1924.
- Übersicht über die Geologie Graubündens. Geol. Führer d. Schw., Fasc. 3, S. 205—239, Basel 1934. (1934a).
- Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie. Denkschr. schw. naturf. Ges., 69, 1, Zürich 1934. (1934b).
- Geologische Probleme um die Gebirge zwischen Engadin und Ortler. Denkschr. schw. naturf. Ges., 62, Zürich 1937. (1937a).
- Gedanken zum Bau der Westalpen zwischen Bernina und Mittelmeer. Vierteljahresschr. naturf. Ges. Zürich, 82, S. 1—140, Zürich 1937. (1937b).
- Einige Ergebnisse vergleichender Studien zwischen Wallis und Bünden. Eclog. 31, 2, 1938, S. 345—353.
- Gedanken zum Bau der Westalpen zwischen Bernina und Mittelmeer (1. Forts.). Ebenda, 87, S. 141—278, Zürich 1942.
- STEINMANN, G. Geologische Probleme des Alpengebirges. Z. dtsch-öst. Alpenverein, 37, S. 1—44, Taf. 11, Innsbruck 1906. (1906a).
- Geologische Beobachtungen in den Alpen. II. Die SCHARDT'sche Überfaltungstheorie und die geologische Bedeutung der Tiefseeabsätze und der ophiolithischen Massengesteine. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br., 16, S. 18—66, Freiburg i. Br. 1906 (1906b).
- STILLE, H. Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin (Borntraeger) 1924.
- STREIFF, V. Geologische Untersuchungen im Otschams (Graubünden). Diss. Univ. Zürich. Zürich 1939.
- STUDER, B. Beyträge zu einer Monographie der Molasse. Bern (Jenni) 1825.
- Geologie der Schweiz. 2 Bde., Bern (Stämpfli) 1853.

- TANNER, H. Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli. Diss. Univ. Zürich. Mitt. thurg. naturf. Ges. 33, Frauenfeld 1944.
 — siehe: LEUPOLD, TANNER & SPECK, 1942.
- TERCIER, J. Sur l'âge du Flysch des Préalpes médianes. *Eclog.* 35, 2, S. 133—138, Basel 1942.
- TERMIER, P. & KILIAN, W. Sur la composition des conglomérats miocènes des chaînes subalpines françaises. *CR. Acad. Sc.*, Paris 1918.
- TERQUEM Recherches sur les foraminifères du Lias. Second Mémoire. *Mém. Acad. imp. Metz*, 42, 1860—1861, 9, S. 415—466, Taf. 5—6, Metz 1862.
- THEOBALD, N. Les Insectes fossiles des terrains oligocènes de France. Thèse Univ. Nancy. Nancy (Thomas) 1937.
- THOMAS, H. Stratigraphie und Tektonik der Allgäuer Molasse nördlich Weißbach- und Alpsee-tal. *Neues Jb. Min. etc.*, Beil. Bd. 55, B, S. 429—467, Stuttgart 1926.
- TRUEMPY, D. Geologische Untersuchungen im westlichen Rhätikon. Diss. Univ. Bern. Beitr., N. F., 46, 2, Bern 1916.
- TSCHACHTLI, B. S. Über Flysch und Couches rouges in den Decken der östlichen Préalpes romandes (Simmental-Saanen). Diss. Univ. Bern. Bern (Mettler & Salz) 1941.
- VERNIORY, R. La géologie des Collines du Faucigny. Préalpes externes (Haute-Savoie). *Bull. Inst. nat. genevois*, 51 A, 3, Genf 1937. Thèse Univ. Genf.
- VINCIENNE, H. Le Crétacé supérieur de Cuiseaux (S.-et-L.). *CR. somm. Soc. géol. Fr.*, 1936, 7, S. 122, Paris 1936.
- VOGLER, J. Ober-Jura und Kreide von Misol (Niederländisch-Ostindien). *Palaeontographica*. Suppl. Bd. 4, 4 Abt., 4. Abschn., S. 245—293, Taf. 19—24, 1941.
- VONDERSCMITT, L. & SCHAUB, H. Neuere Untersuchungen im Schlierenflysch. *Eclog.* 36, 2, S. 207—215, Basel 1943.
- VUAGNAT, M. Les grès de Taveyannaz du Val d'Illiez et leurs rapports avec les roches éruptives des Gêts. Diss. Univ. Genf. *Schw. min. u. petr. Mitt.*, 23, S. 353—436, 2 Taf., Zürich 1943.
 — Essai de subdivision à l'intérieur du groupe des grès de Taveyannaz- grès d'Altdorf. *Eclog.* 37, 2, S. 427—430, Basel 1944. (1944a).
 — Sur certains niveaux à porphyrites arborescentes de la Molasse du Plateau Suisse. *Ebenda*, S. 431—433, Basel 1944. (1944b).
 — Sur quelques roches éruptives des Préalpes romandes. *Schw. min. u. petr. Mitt.*, 24, S. 378 bis 382, Zürich 1944. (1944c).
 — Sur quelques diabases suisses — Contribution à l'étude du problème des spilites et des pillow lavas. *Ebenda*, 26, S. 116—228, Zürich 1946.
- WANNER, J. Gesteinbildende Foraminiferen aus Malm und Unterkreide des östlichen Ostindischen Archipels. Nebst Bemerkungen über *Orbulinaria RHUMBLER* und andere verwandte Foraminiferen. *Paläont. Z.* 22, 2, S. 75—99, Taf. 1—2, Berlin 1940.
- WICHER, C. A. Praktikum der angewandten Mikropaläontologie. Berlin (Borntraeger) 1942.
- WINKLER, A. Über Probleme ostalpiner Geomorphologie. *Mitt. geogr. Ges. Wien*, 72, S. 169 bis 188, Wien 1929.
- ZEUNER, F. Die Schotteranalyse. Ein Verfahren zur Untersuchung der Genese von Flußschottern. *Geol. Rdsch.*, 24, S. 65—104, Berlin 1933.
- ZINGG, TH. Beitrag zur Schotteranalyse. Diss. ETH Zürich. *Schw. min. u. petr. Mitt.*, 15, S. 31—140, Zürich 1935.
- ZOEPPRITZ, K. Geologische Untersuchungen im Oberengadin zwischen Albulapaß und Livigno. *Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br.*, 16, S. 164—231, Taf. 4—6, Freiburg i. Br. 1906.

Geologische Karten

- Geologische Karte der Schweiz, 1:100 000: Blatt 8 (Aarau-Luzern-Zug-Zürich). 1. Aufl. 1871. 2. Aufl. 1913.
 Blatt 9 (Schwyz-Glarus-Appenzell-Sargans). 1875.
- AEPPLI, A. Geologische Karte des Gebietes zwischen Zürichsee und Zugersee, 1:25 000. 1894.
- BUXTORF u. a. Geologische Vierwaldstättersee-Karte, 1:50 000. 1916.
- FREI, R. Geologische Karte des Lorzetobel-Sihlsprung-Gebietes (Kt. Zug), 1:25 000. 1912.
- HERBORDT, O. Geologische Karte der Umgebung von Rapperswil, 1:25 000. 1907.
- KOPP, J. Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25 000. Atlasbl. 18. Beromünster-Hochdorf-Sempach-Eschenbach. 1945 (mit Erläuterungen).
- STAUB, R. Tektonische Karte der Alpen, 1:1 000 000. 1924. Dazu: Profile. 1926.
 — Geologische Karte der Berninagruppe etc., 1:50 000. 1946.
- ZINGG, TH. Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25 000. Atlasbl. 7. Mönchaltorf-Hinwil-Wädenswil-Rapperswil. 1934 (mit Erläuterungen).

Nachtrag zum Literaturverzeichnis

- BÜCHI, U. Zur Geologie und Paläogeographie der südlichen mittelländischen Molasse zwischen Toggenburg und Rheintal. Diss. Univ. Zürich, Abb. 1—24, 3 Taf., Kreuzlingen (Bodan AG.) 1950.
- BÜCHI, U. & WELTI, G. Zur Entstehung der Degersheimer-Kalknagelfluh im Tortonien der Ostschweiz. *Eclog. geol. Helv.*, 43, 1, 1950, 17—30, Fig. 1—2, Basel 1950.
- Zur Geologie der südlichen mittelländischen Molasse der Ostschweiz zwischen Goldingertobel und Toggenburg. *Eclog.* 44, 1, 1951, 183—206, Taf. 7, Textfig. 1—5, Basel 1951.
- HALDEMANN, E. Geologie des Schallenberg-Honegg-Gebietes (Oberes Emmental). Diss. Univ. Bern, 124 S., 12 Fig., 2 Taf., Innsbruck 1948.
- HOFMANN, F. Zur Stratigraphie und Tektonik des st. gallisch-thurgauischen Miozäns (Obere Süßwassermolasse) und zur Bodenseegeologie. Diss. Univ. Zürich, *Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft*, 74, 1951, 1—87, Fig. 1—4, 2 Taf., St. Gallen 1951.
- MAYNC, W. The foraminiferal genus *Choffatella* Schlumberger in the Lower Cretaceous (Urgonian) of the Caribbean Region (Venezuela, Cuba, Mexico and Florida). *Eclog.* 42, 2, 1949, 529—547, 1 Textfig., Taf. 11—12, Basel 1950.
- MORNOD, L. Géologie de la région de Bulle (Basse-Gruyère). *Molasse et bord alpin*. Beitr. geol. Karte der Schweiz, N. F. 91, 119 S., 44 Fig., 6 Taf., Bern 1949.
- HENSON, F. R. S. Foraminifera of the Genus *Trocholina* in the Middle East. *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, Ser. 11, vol. 14, No. 115, Juli 1947, 445—459, Pl. 11—13, London 1948.
- New Trochamminidae and Verneulinidae from the Middle East. *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, Ser. 11, vol. 14, No. 117, Sept. 1937, 605—630, 1 Fig., Pl. 14—18, London 1948.
- Larger Imperforate Foraminifera of South-Western Asia. Families Lituolidae, Orbitolinidae and Meandropsinidae. 127 S., 16 Taf., 16 Textfig., London (British Museum, Natural History) 1948.
- Recent Publications on Larger Imperforate Foraminifera of the Middle East. *The Annals & Magazine of Natural History*, 11. ser., vol. 2, No. 15, März 173—177, London 1949.
- RENZ, C. Einige Fossilfunde im mittellitalienischen Jura. *Eclog.* 42, 2, 1949, 548—557, Basel 1950.
- Mikrofossilien in der Grenzzone Radiolarit-Biancone am lombardischen Alpenrand. *Eclog.* 41, 2, 1948, 319—320, Basel 1949.
- Neue Fossilfunde im Südtessin. *Eclog. geol. Helv.*, 402, 1947, 372—378, Abb. 1—2, Basel 1948.
- RICHTER, M. Der westalpine Molassetrog. *Erdöl und Kohle*, 1, 1948, H. 12, 341—351, 2 Abb., Berlin und Hamburg (Industrieverein von Hernhausen) 1948.
- STAUB, R. Über den Bau der Gebirge zwischen Samaden und Julierpaß. *Betr. N. F.* 93, 57 S., 1 Fig., 1 Taf., Bern 1948.
- Betrachtungen über den Bau der Südalpen. *Eclog.* 42, 2, 1949, 215—408, Taf. 8—10, Basel 1950.
- Über die Beziehungen zwischen Alpen und Apennin und die Gestaltung der alpinen Leitlinien Europas. *Eclog.*, 44, 1, 1951, 29—130, Taf. 4—5, Basel 1951.
- TRUEMPY, R. Der Lias der Glarner Alpen. *Denkschr. schweiz. naturf. Ges.*, 79, 1, Zürich 1949.
- WEISS, H. Stratigraphie und Mikrofauna des Klippenmalm. Diss. Univ. Zürich, 306 S., Fig. 1—17, Taf. 1—4, Affoltern 1949.

CURRICULUM VITAE

Ich, Josef Anton Speck, Bürger von Zug, wurde am 13. Dezember 1918 in Zug geboren als Sohn von Direktor Michael Speck. In Zug besuchte ich die Kantonsschule, wo ich im Sommer 1937 die Maturitätsprüfung (Typus A) bestand.

Hierauf immatrikulierte ich mich an der Universität Zürich, studierte zunächst 1½ Jahre Chemie bei Prof. Karrer, um dann auf Geologie überzuwechseln. Während meines Studiums belegte ich Vorlesungen bei folgenden Dozenten: Amberg, Arni, Baebler, Birchler, Boesch, Brunner, Burri, Ernst, Flückiger, Gutersohn, Jeannet, Karrer, Leupold, Meyer, Niggli, Parker, Steinmann, Staub, Vogt. Im Herbst 1942 begann ich mit den Feldaufnahmen für meine Diplomarbeit, Sommer 1943 erlangte ich das Diplom für das höhere Lehramt an der Universität Zürich mit den Hauptfächern Geologie-Geographie. Für die Diplomarbeit «Über die subalpine Molasse zwischen Zuger- und Ägerisee» erkannte mir die philosophische Fakultät II die Auszeichnung zu.

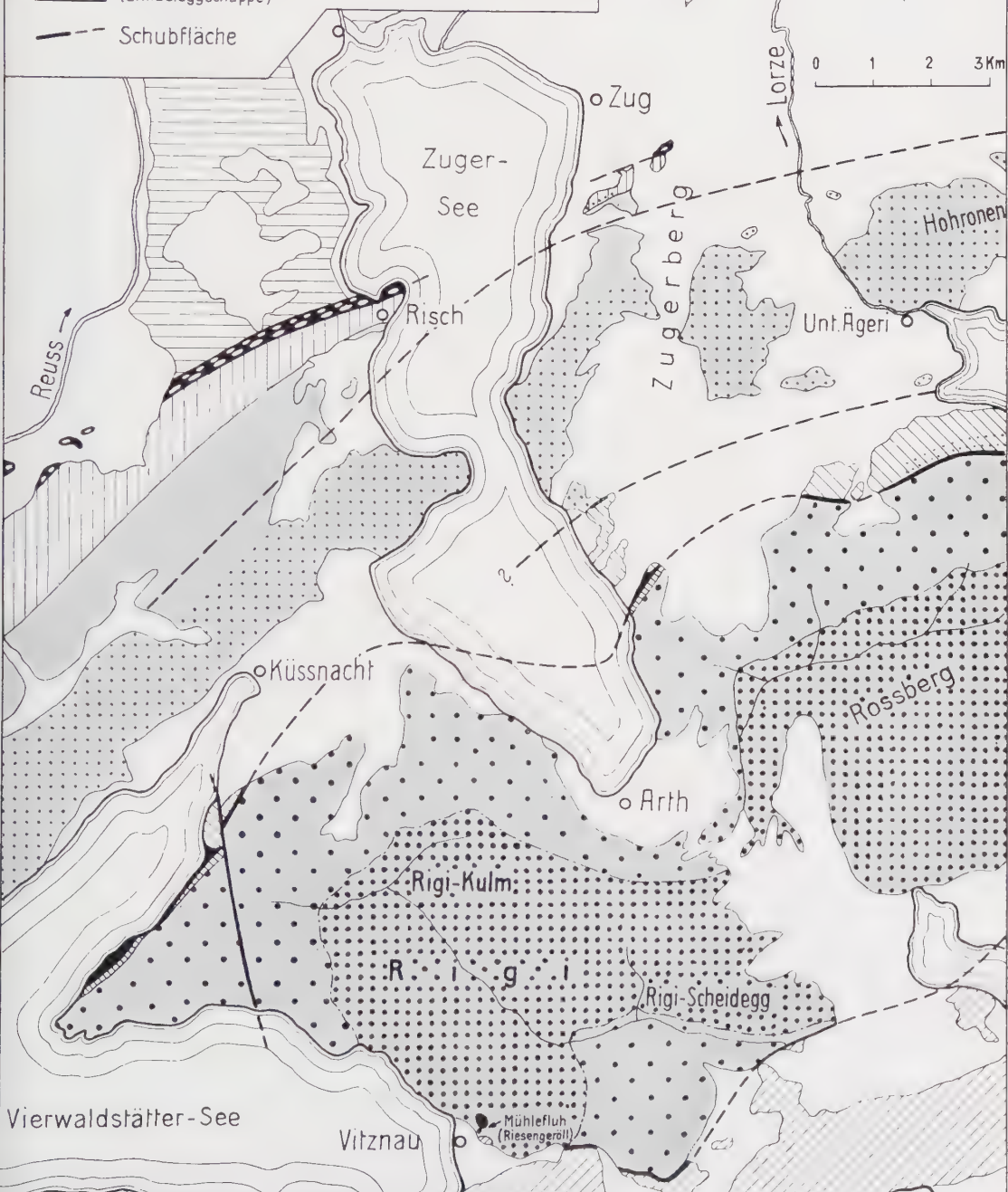
In Benützung einer Kriegsvergünstigung für Studierende mit langer Aktivdienstleistung konnte ich im Sommer 1945 das Doktorexamen ablegen, ohne die Dissertation eingereicht zu haben. Es folgte eine einjährige Assistenzzeit bei Prof. A. Jeannet.

Im Mai 1948 reichte ich die vorliegende Dissertation, die unter der Leitung von Prof. R. Staub entstand, der philosophischen Fakultät II ein, welche sie in der Semeesterschlußsitzung genehmigte.

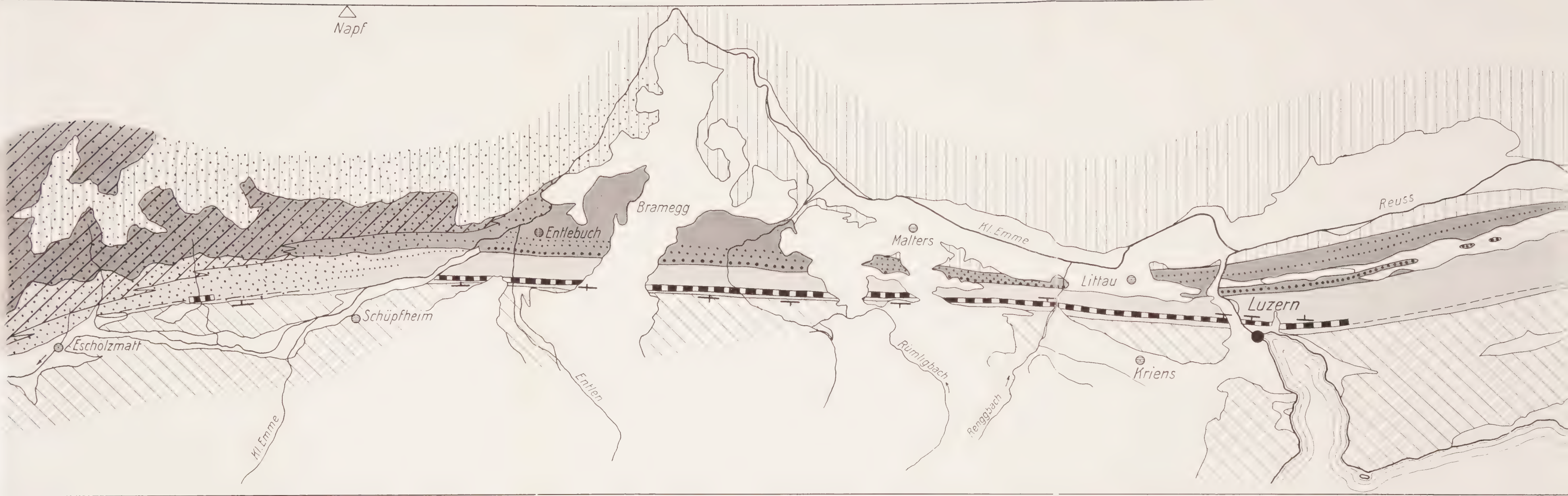
Im Juli 1948 wurde ich vom Regierungsrat des Kantons Zug als hauptamtlicher Lehrer an die Kant. Gewerbeschule Zug gewählt, wo ich seither tätig bin.

Z u g, im April 1952

Josef Speck



Taf. 1. Übersicht über Stratigraphie, Bau und Geröllführung der subalpinen Molasse im Querschnitt des Zugersees (nach BUXTORF, FREI, KOPP und eigenen Beobachtungen zusammengestellt).



Taf. 2. Die geröllfreie «Zugerbucht» im Schüttungsschatten der beiden großen miozänen Schuttfächer Napf und Hörnli. Nur zweimal innerhalb des ganzen Miozäns erreichen Schottervorstöße den Zugersee, nämlich an der «Basis» des Helvets (Halbinsel Buenas, Schüttung vom Napffächer her) und im mittleren Torton (Baarburg, Vorstoß vom Hörnli).



Ammonitenfauna und Lithologie der Fleckenmergelkalk - Gerölle in der Rigi - Rossbergnagelfluh

Tafel 3

Nr.	Handstück- Signatur Schliff-Nr	Ammoniten: Genus, Spezies	Fundort	Leitwert (vertik. Verbreitg.)		Erhaltungsweise und taxonomische Bemerkg.	Horiz. Verbreitg. ³⁾					Hauptfundstellen	Makroskopisches Aussehen	Dünnschliff-Bild	Zusätzliche Bemerkungen
				Stufe	Zone		Mittel- Europa	Mediterrane Liasprovinz	S. Deut- schland	W. Mitteleu- ropa	Präalpen				
7	28	<i>Phylloceras (Partschiceras) partschi</i> STUR	Zugerberg - Westhang _E	Hett - Sinémurien	—	Typuslokalität: Enzesfeld in Niederösterreich, vergl. STUR, liasische Kalksteinegebilde, Jahrbuch geol. Reichsanst. 2, S. 26, 1851.	—	—	+	+	Sicher bekannt: Aus den Fleckenmergeln u. dem Hierlatzkalk der nördl. Kalkalpen (GEYER) dem Medolo der Lomb. Alpen u. dem Apennin (Spezia, Mte. di Cetona)	Hellgrauer Fleckenkalk mit weisser abfärbender Verwitterungsrinde. Im Bruch gelblichgrau, spärlich gefleckt.	Organienreich, eig. Radiolarienkalk. Schwamm-Nadeln etwas zurücktretend. Radiolarien vom Gitterkugel- u. Helmtypus. Feine Kalzitgrundmasse mit fleckig verteilter Limonitpigment.	—	
1		<i>Polymorphites (Uptonia) jamesoni</i> (SOW.) oder: <i>P. polymorphus</i> (QUENST.)	Rossberg - Gipfelnagelfluh Wildspitz _A	Pliensbachien Lias γ	<i>jamesoni</i>	Nur im Abdruck erhalten - Unentschieden ob Jugendform von <i>P. jamesoni</i> oder ausgewachsener <i>P. polymorphus</i> .	+	+	+	+	"Weltweite" Verbreitung. Geht durch das ganze mitteleuropäische u. mediterrane Faziesgebiet durch	Unverletztes Geröll, weisslich-grau angewittert. Pockennarbige Oberfläche (Bindemittelindrücke).	—	—	
11		<i>Polymorphites (Upt.) cf. jamesoni</i> (SOW.)	Rigi - Scheidegg - Basisnagelfluh der Gipfelwand _A	Pliensbachien	"	Schlecht erhaltener Abdruck mit unregelmässigen Rippen.	+	+	+	+	dito	Dichter Mergelkalk, grau, mit Stich ins Bräunliche. Bruchfläche unruhig muschlig-splittig, Anflug von verwaschenen feinen Flecken.	—	Im Handstück auffallend an gewisse Klippenmalm-Kalke erinnernd.	
5	26	<i>Polymorphites costatus</i> (QUENST.)?	Zugerberg - Westhang "Haselband" _E	"	—	Im Negativ erhalten	+	+	—	2	2	—	Homogener, dichter Mergelkalk, von parallelen Kalzitklüften durchzogen. Im frischen Bruch hellgrau braun getönt, ohne eine Spur von Flecken.	Kryptokrist., tonige Kalzitgrundmasse, von Limonit imprägniert. Vom dunklen Grund heben sich rekt., verkalzte Spangennadeln u. einzelne helle Radiolarien (Spumellaria-Nassellaria) sehr gut ab. Akzessorisch Molluskentrümmer.	Lithologisch frappante Uebereinstimmung mit manchen Flysch-Mergelkalen, aber paläontologisch gegen solchen Verdacht "rückversichert".
12		<i>Regoceras cf. sagittarius</i> BLAKE?	Kiemen - Zugersee-Westufer _E	"	<i>jamesoni</i>	Fundstelle des Typus: England	—	+	+	—	—	—	Dunkelgraues, dichtes Geröll mit dickem, lichtem Oxidationsaum. Im frischen Anschlag verschwommene, schlirige, tief-schwarze Flecken.	—	Nach Fundort und Fundum - standen die Möglichkeit aquitaner Nagelfluhzugehörigkeit nicht ausgeschlossen.
2		<i>Liparoceras henleyi</i> (SOW.)	Rossberg - Gipfelnagelfluh Wildspitz _A	"	<i>ibex</i>	Typus aus dem englischen Lias stammend. Prachtvolle Steinkernerhaltung.	+	+	2	—	—	—	Normaltyp eines Liasfleckenkalles, ununterscheidbar von den Fleckenkalen des Oberostalpins (Scesaplana z. B.).	—	—
6	27	<i>Regoceras capricornu</i> (SCHLOTH.)	Zugerberg - Westhang "Winkelstein" _E	Domerien	<i>daroei</i>	Steinkernerhaltung - Nach SCHROEDER 1927 ragt dieses Zonenfossil des ob. Lias noch in die hangende margaritatus-Zone hinein.	+	+	+	+	Hauptfundgebiet: Lias von Mitteleuropa. Aber auch in den Oesterr. Alpen u. Südalpen festgestellt.	Lichte, gelbgraue Fleckenkalke abart mit zarter grauschwarzer Fleckung.	In früher, tonig-fleckiger, dichter Grundmasse schwimmt ein cm-langes Bivalvenbruchstück. Radiolarien selten, Schwammnadeln (alles Einstrahler) gleichfalls eher spärlich. Limonitisches Pigment von zersetztem Erzpartikeln färbt den Grund.	—	
1586	22	<i>Regoceras capricornu</i> (SCHLOTH.)?	Rigi - Klosterli _A	"	"	Ein weiterer Ammonit nur im Windungsquerschnitt sichtbar. Als 3. Makrofossil: Grobspätiger Belemnit im Schrägschnitt. Finder: A. ESCHER VON DER LINTH.	+	+	+	+	—	Typischer Fleckenmergelkalk, sinnfällige Ähnlichkeit zu kalkalpinen Vergleichsstücken. Flachmuschlig, glatter Bruch, fetzenförmige schwarze Flecken auf hellgrau braunem Grund.	Die durch Tongerölle, schmutziggrau braune Kalzitgrundmasse umschliesst einzelne durch Rekrystallisation enthaltene Fragmente, u. a. Spangennadeln u. fragliche Lagen. Die makroskopischen schwarzen Flecken entpuppen sich als wolkeartige Verfärbung.	Von FRÜH als „typischer Flecken-Liaskalk“ bezeichnetes, anstehendes Muttergestein nach ihm „Edes Rheins und Yberger Klippen“.	
8	29	<i>Arietoceras (Sequenziceras) cf. algovianum pauperculum</i> BETT.	Zugerberg - Westhang Bohlbach ob Zug _E	"	<i>margaritatus</i>	Der Typus der Art stammt nicht aus Schwaben, wie oft irrigerweise angenommen wird, sondern aus den kalkalpinen Fleckenmergeln (OPPEL 1862). - Typische Unterart: Aus dem „Medolo“ des Mte. Domaro, Val Trompia (BETTONI, Fossili domeriani, Mém. Soc. pal. Suisse, 27, 1900, S. 65 u. Taf. 4 Fig. 13.).	2	2	x	x	+	A. algovianum (OPP.) mit Sicherheit nur aus den N-Kalkalpen (Fleckenmergel- u. Kalkfazies) u. den Dinari-den nachgewiesen. In der Lombardei, den Allgäueralpen u. im Apennin einer der häufigsten Ammoniten aus der margaritatus-Zone.	Prachtvoller, massiger Mergelkalk, interst. schwärz und gelbgrau gefärbt. Scharfkantiger Muschelbruch, rostige Verfärbungszonen.	Wie makroskopische Prüfung erwarten lässt, Kalzitgrundmasse limonitisch verfärbt und braun gefleckt. Typus eines Schwammnadelkalles, mit zierlichem Gerüst aus einachsigen, verkalzten Nadeln, die lokal dicht verfilzte Nester bilden. Die Verkalkung der Spiculae ist vielfach auf halbem Wege stehen geblieben, wie kieselige Relikte kenntlich machen.	—
2		<i>Harpoceras cf. pectinatum</i> MENECH.				Auf gleicher Geröllbruchfläche wie <i>A. algovianum pauperculum</i> , also auch demselben Fossilager angehörig. Typus der Art ebenfalls aus dem Medolo der Val Trompia (MENECHINI, Fossiles du Medolo 1867/81 App., S. 38 Taf. 1 Fig. 1-3).	—	—	—	2	+	Mit seinem Begleiter <i>A. algovianum pauperculum</i> unverkennbar sudalpinen Fauneneinschlag zeigend.			
3	25	<i>Amaltheus spinatus</i> (BRUG)?	Zugerberg - Hafenbach _E	"	<i>spinatus</i>	Schlechter Abdruck auf von moorigem Wasser stark ausgelaugter Gerölloberfläche.	+	+	+	+	+	Kosmopolit: Mitteleuropa, Mediterrane Provinz (N-Kalkalpen, Domeriano der Südalpen), südamerikanische Kordilleren.	Geröll vom typischen Habitus der kalkalpinen Fleckenkalke: Dichtes Korn, flachmuschlig, glatter Bruch, schwarze flammige Streifen auf gelblichgrauem Grund, dichte, aschgrau Ausbleichungsrinde.	Regelrechter Spongit mit Grundfilz aus monaxonen Schwamm-Nadeln, Achsenkanäle trotz Rekr. sehr deutlich (in Längs- und Querschnitt). Begleiter: Einzelne Radiolarien.	Vergleichsstücken aus dem Flecken-Lias vom Spillersee (Vorarlberg; Lechtal-D) zum Verwechseln ähnlich.
13		<i>Lytoceras audax</i> MENECH. oder <i>L. quadrisulcatum</i> (D'ORB.)	Zugerberg - Weissenbachli _E	Unt. Valangien	—	Alternative: Beide Spezies <i>Lytoceras audax</i> wie <i>L. quadrisulcatum</i> besitzen 4 Einschnürungen auf dem letzten Umgang. Lithologisch Lias wahrscheinlich. Erstbeschreibung der liasischen Art: Aus dem Medolo der Val Trompia (MENECHINI, l.c. App. S. 38 Taf. 5, Fig. 6).	—	—	x	+	+	In Mitteleuropa bisher unbekannt. Fundorte im Mediterrangebiet: Fleckenmergel der N-Kalkalpen, Domeriano der Südalpen (Brescia, Val Trompia, Balino), Zentralapennin.	Das Geröll ist durch Huminsäuren (Moorwasser!) stark zersetzt. Urspr. Farbe verwischt, nur noch poröser, schwammiger Kieselzylinder vorhanden. Lagenhaft von grauen Hornsteinschnüren durchsetzt, die der Auslaugung entgangen sind.	Entweder: Hornsteinführender Aphykenkalk (Tithon-Neokom) oder aber: Kieselzylinder des Lias (Typus Kieselzylinder des Mte. Generoso).	
10		<i>Dactylioceras commune</i> (SOW.)	Zugerberg - Westhang _E	Toarcien	<i>commune</i>	Abdruck: Innere Windungen undeutlich.	+	+	+	+	+	Ein zonentypischer Ubiquist des Lias E, der sich in Mitteleuropa und im Mediterrangebiet gleich heimisch fühlt.	Flachmuschlig spaltender, hellgelbgrauer Mergelkalk. Bruchfläche mit splittigen Füllungen, kaum wahrnehmbare, feinste Fleckung.	—	—
2597		<i>Dactylioceras cf. raristriatum</i> (QU.)	Riginagelfluh "Heilighaus" 1865 _A	"	"	Von vielen Autoren (u. a. SCHROEDER 1927) nicht zum Rang einer selbständigen Art erhoben, sondern als Varietät von <i>D. commune</i> aufgefasst.	+	+	2	+	+	—	Glatte, lichtgraue Anwitte-rung. Unversehrtes Geröll.	—	Geröllsammlung FRÜH, Geol. Inst. ETH Originalbeschriftung von KAUFMANN 1865. Durch Ammoniten-Neubestimmung aus dem Malm in den Lias zurückversetzt.
9		<i>Dactylioceras cf. subanguinum</i> MENECH.	Risch - beim Grebel _E	"	"	Typus: Ammonitico rosso von Pian d'Erba (Sudalpen) MENECHINI, l.c. S. 73 Taf. 16, Fig. 9 - Ferner: Im Medolo der Val Trompia.	x	x	2	2	+	Der nahe Verwandte <i>D. angustum</i> (REIN) in der commune-Zone Mitteleuropas weit verbreitet.	Dichter Mergelkalk, im Anschlag hellgrau mit leichtem Gelbton. Andeutung schliriger Fleckung. Bruchform: flachmuschlig-splittig.	—	Sammlung Kantonsschule Zug.
7246	23	<i>Hammatoceras cf. fallax</i> (BENECKE)	Riginagelfluh - am Weg von Weggis nach der Lutzelau 1865 _A	Ralénien	<i>murchisonae</i>	Erstbeschreibung: Aus dem sudalpinen Oolith von Cap San Vigilio (Gardasee) BENECKE, Trias und Jura der Sudalpen, 1868, S. 171 Taf. 6, Fig. 1-3.	—	—	—	2	+	Nach BENECKE häufigster Ammonit des sudalpinen Ooliths von San Vigilio (Ralénien, mit <i>L. murchisonae</i>).	Standardtyp eines oberostalpinen Fleckenkalles. Gelbgraue Grundfarbe mit scharf abgesetzten, grauschwarzen Schlieren.	Massenhaft Radiolarien, die sich aber nur schlecht von der dichten Grundsubstanz abheben. Die wasserklaren Gitterkugeln begleitet von einzelnen Schwammnadeln. Limonithöfe um Erzpartikel.	Fund von KAUFMANN 1865, beschrieben 1872 S. 344 (Fehldeutung als Malm!), übernommen von FRÜH 1888 S. 65 Nr. 5 - Äquivalent „Bundens-Vorarlberg, Tirol, Allgäu“.
—	24	<i>Belemnites spec. indet.</i>	Zugerberg - Horbach _E	—	—	—	—	—	—	—	—	Sicherer Liasfleckenkalk: mergelig, flachmuschlig, aschgrau angewittert, gelblichgrauer Hauptfarbton mit dunklen Flecken.	Die schmutzige dunkelgraue Kalzitmasse ist überpudert von limonitischer Substanz in wolkeigen Flecken u. Schlieren. In dieser Matrix schwimmen lichte verkalzte Radiolarien mit feinkörnig. Kalzitmosaik u. zu Nestern verfilzte Spangennadeln.	Geröllsammlung FRÜH, Geol. Inst. ETH; vergl. FRÜH 1888 S. 19 - Handschriftliche Bemerkung FRÜH'S: „Ohne Lagenae“.	

Zeichen und Abkürzungen: 1) * Vgl. auch zugehörige Abbildung auf Taf.

2) A Anstehende Rigi-Rossbergnagelfluh E Einwandfreie Rossbergnagelfluh - Blöcke im Errathikum des Zugerbergs

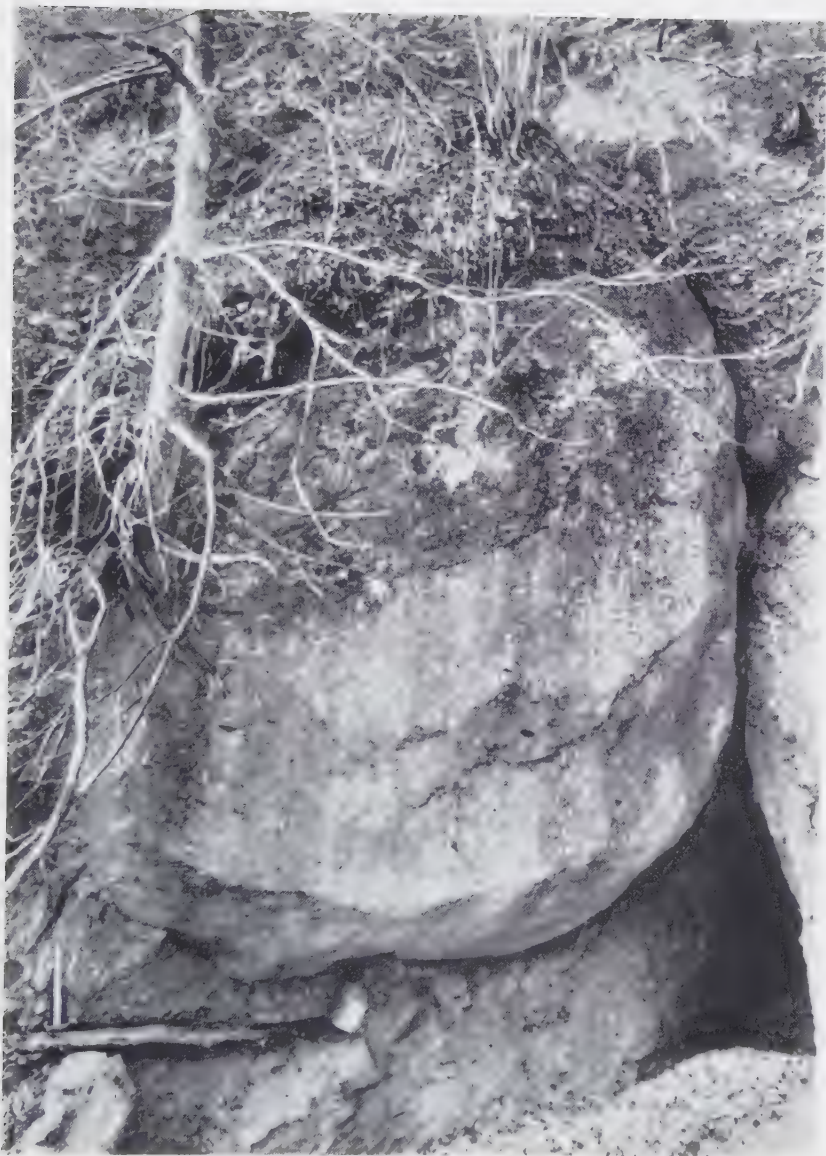
3) + Identische Art x Nahe verwandte Art

e Einzelgerölle im Errathikum und Alluvium des Zugerbergs, aber Herkunft aus der Rossbergnagelfluh durch lithologische Kriterien gesichert

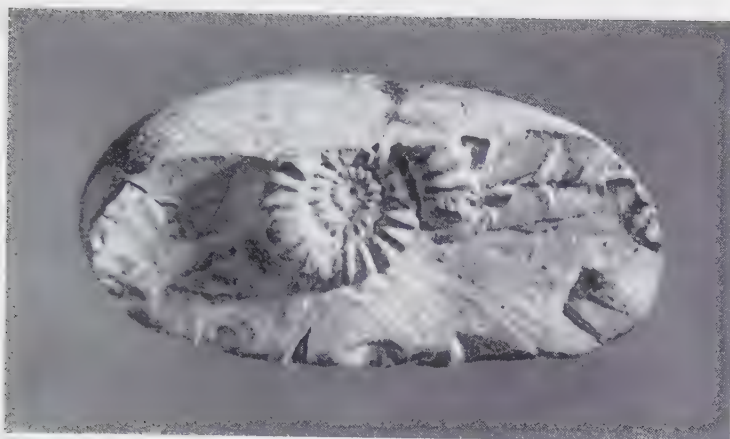


Taf. 4. Die Simmentaldecke. Heutige Verbreitung, Lagebeziehung zu den (faziell eng verwandten!) stirnwärtigen Elementen des Oberostalpins und Hauptfundpunkte von Simmental-Leitgesteinen (Mokausakonglomerate) im Geröllschutt der Molassevortiefe (vgl. S. 125).

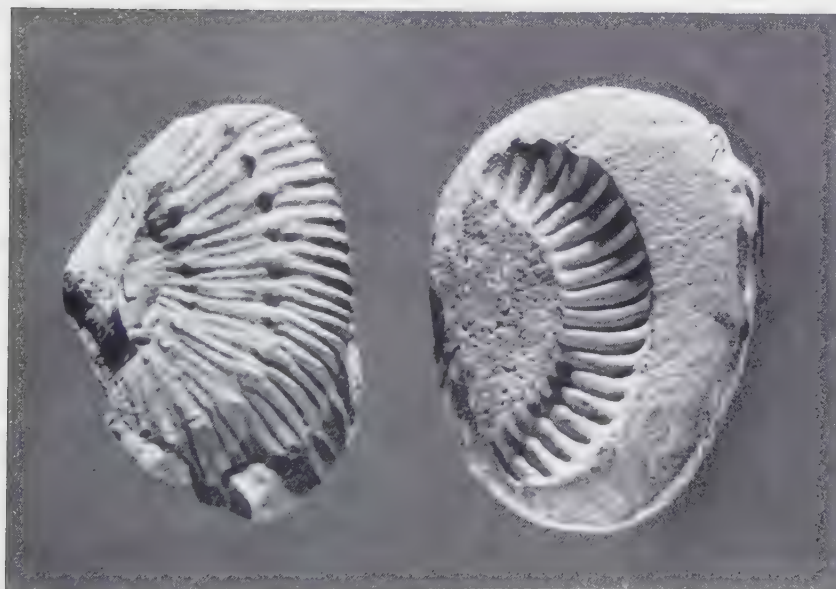
- 1) Molasse
- 2) Zentralmassive
- 3) Helvetikum und Flysch der Klippenunterlage (südhelvetische-nordpenninische Flyschdecke)
- 4) Penninisches Deckenland (inkl. Prättigauflysch)
- 5) Grisonide Elemente. Im W der Rheinlinie: Préalpes médianes (Brekziendecke nicht ausgeschieden!) und Klippen-Deckschollen der Zentral- und Ostschweiz. Im O des Rheins: Falknis-Sulzfluh, Aroser Schuppenzone?, Balderschwanger Klippen?
- 6) Simmentaldecke. Von W nach O: Vacheresse (V), Ayerne (A), Corjon (Co), Vert Champ (Ch), Rodomonte (R), Hundsrück (H), Iberg (Roggenstock, inkl. «Ob. Schuppe», im Verhältnis zu groß gezeichnet!)
- 7) Allgäu-Decke mit stirnwärtigem Randenoman (inkl. Retterschwangdecke)
- 8) Lechtaldecke
- 9) Silvretta-Kristallin
- 10) Oberkretazische Flyschkonglomerate vom Typus «Mokausa» in der Nagelfluh des Alpenrandes (nur Massenvorkommen!); Rigi-Roßberg (Ri), Farnern (F), Bäuchlen (B), alles chattisch.



Taf. 6. «Riesengeröll» aus der Bunten Riginagelfluh (Chatt). Mühlebach ob Vitznau. Sichtbare Achsenlänge: 3.7 m (Breite) $\times$ 4.8 m (Höhe). — Kein nordpenninischer Flyschsandkalk, sondern radiolaritführende Dolomitbrekzie, übereinstimmend mit gewissen Abarten der Mokauseröle (Simmendecke). — Aufnahme (Blitzlicht): F. KLAUS & J. SPECK.



a)



b)

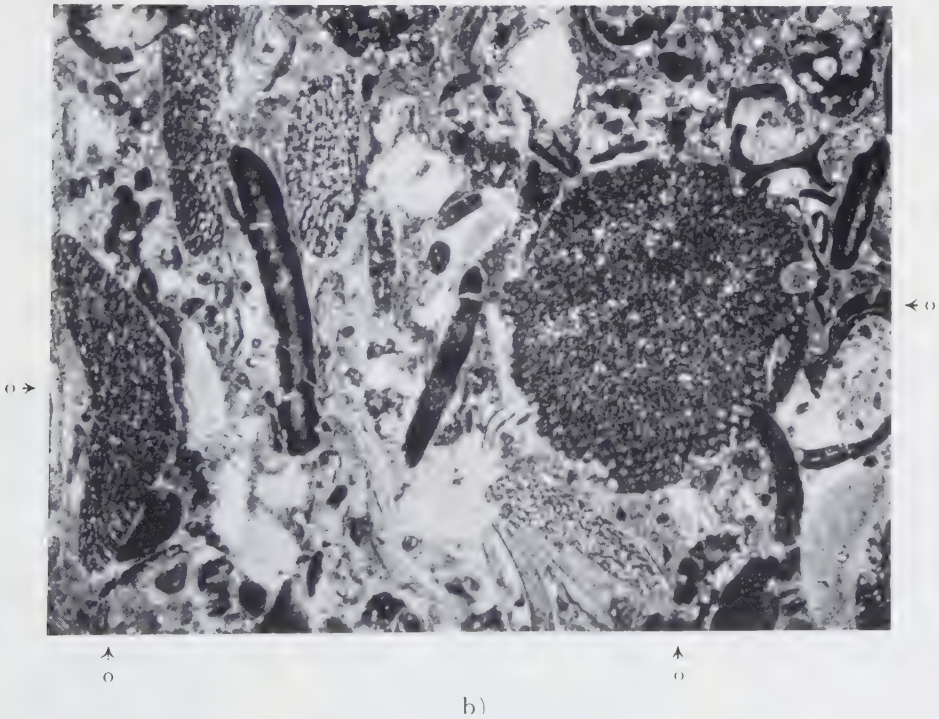
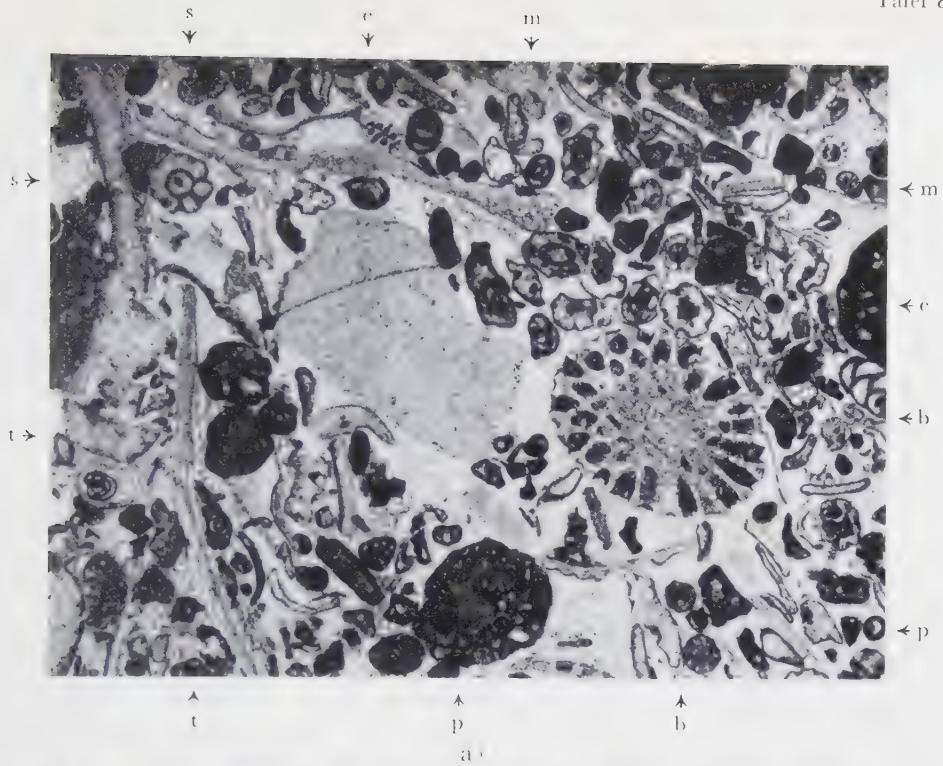
c)

Taf. 7. Fleckenmergelkalke mit Lias ammoniten. Gerölle aus der Bunten Ruginagelfluh (Chatt). — a) ca. 0,65", b) und c) ca. 9/35 nat. Gr. (vgl. Taf. 3 und S. 89).

a) *Aegoceras capricornu* (SCHLOTH.), Domer. Fundort: Zugerberg-Westhang.

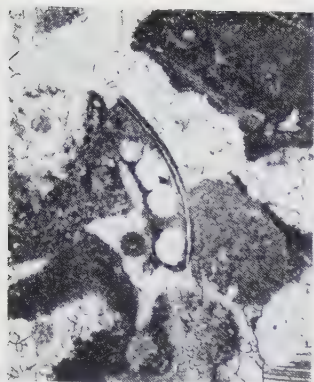
b) *Liparoceras henleyi* (SOW.), Pliensbach. — Fundort: Gipfelbank Wildspitz (Roßberg).

c) *Polymorphites (Uptonia) jamesoni* (SOW.), Pliensbach; oder: *Polymorphites polymorphus* (QUENST.), Lias. — Fundort wie b).

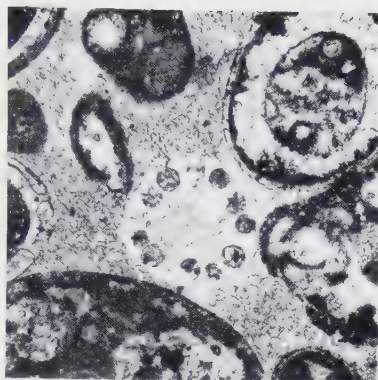


Taf. 8. Urgongerölle. Nagelfluh Baarburg (Torton) 17x. a) Organogener, sandfreier Trümmerkalk vom Typus des helvetischen Schrattenkalkes. SPECK, Schl. 12a. b) Sandiges Orbitolinenurgon von südhelvetischem Habitus (Sus Cressin-Blöcke, Berraflysch). SPECK, Schl. 20. — Orbitolinen (o), Echinodermentrümmer (e), Bryozoen (b), *Salpingoporella mühlbergi* (LOR.) (s), Milioliden (m), *Pseudocyclamina*? sp. (p), Schalentrümmer (t).

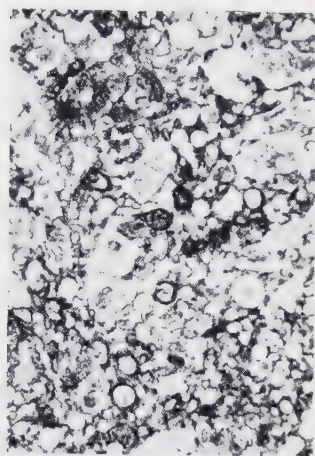
- | | | Seite |
|--------|--|-------|
| Fig. 1 | <i>Globochaete alpina</i> LOMBARD. Reife Zoosporen. — Vierergruppe, einer «blattartigen», konkaven Unterlage aufsitzend. Klippenmalm. Komponente einer Kalk-Dolomit-Brekzie von wahrscheinlich Oberkreidealter. Rigi-Roßberg Nagelfluh (Chatt). — 45x. Schl. 88a, Sammlg. SPECK. | 138 |
| Fig. 2 | <i>Acicularia</i> sp. — Querschnitt, mit randlichen Sporangien-Hohlräumen. Onkolithischer Kalk, Berrias, Mont Salvens b. Bulle (Externzone). — 45x. BÜCHI, Schl. 15. | 140 |
| Fig. 3 | <i>Cadosina lapparenti</i> nom. nov. — Grauschwarze, z. T. stark deformierte, ringförmige Querschnitte. Begleiter: <i>Stomiosphaera sphaerica</i> (KAUFMANN), <i>Pithonella ovalis</i> (KAUFMANN) (helle Durchschnitte!) und Globotruncanen der <i>lapparenti</i> -Gruppe. Roter «Orbulinarien»-Globotruncanen-Kalk. Wahrscheinlich Couches rouges. Geröll aus der tortonen Nagelfluh vom Adlisberg (Pfannenstiel). — 27x. ESCHER-HESS, Schl. 116. | 142 |
| Fig. 4 | <i>Frondicularia</i> sp. — Onkolithischer Malmkalk mit Grumeleux-Grundmasse und gereihten <i>Globochaete alpina</i> LOMB. Klippenmalm. Geröll aus der Riginagelfluh (Bernerhöhe b. Goldau). Chatt. — 130x. SPECK, Schl. 68a. | 144 |
| Fig. 5 | <i>Nautiloculina</i> cf. <i>oolitha</i> MOHLER in feinschichtiger Ooidhülle. — Onkolithisch-oolithischer Malmkalk; hohes Niveau, wahrscheinlich Tithon. Begleiter: <i>Clypeina</i> sp., <i>Trocholina elongata</i> (LEUP.), Klippendecke. Nagelfluhgeröll Baarburg (Torton). — 22.5x. SPECK, Schl. 18. | 145 |
| Fig. 6 | <i>Nautiloculina</i> n. sp., aff. <i>oolithica</i> MOHLER, leicht schiefer Achsialschnitt. — Grumeleux-Urgon. Begleiter: Salpingoporellen, <i>Orbitolinopsis</i> sp., <i>Trocholina</i> sp. Helvetischer Schrattenkalk. Nagelfluhgeröll Baarburg (Torton). — 22.5x. SPECK, Schl. 79b. | |
| Fig. 7 | Die gleiche Nautiloculine wie Fig. 6. Äquatorialschnitt. — 27x. SPECK, Schl. 79a dasselbe Geröll wie Fig. 6). | |
| Fig. 8 | <i>Nautiloculina</i> sp. (mitte oben), mit angelösten Konturen, wahrscheinlich die gleiche Form wie Fig. 6, 7. Achsialschnitt. — Echinodermenbrekzie mit aufgearbeiteten Malmkalktrümmern (mitte unten!) und Milioliden. Faziell und faunistisch sicheres Tristelurgon. Falknisdecke oder penninischer Kreideflysch. Seltenes Geröll aus der Roßberg Nagelfluh (Chatt). — Erratischer Nagelfluhblock, Trubikonerbach S Oberwil/Zug. SPECK, Schl. 72b, 27x. | |
| Fig. 9 | <i>Nautiloculina</i> ? sp., mit dicker, agglutiniertter Wandung. — Ob. Schrattenkalk. Rankweil-Oberdorf, Vorarlberg. — SCHAAD, Schl. 59. 45x. | |



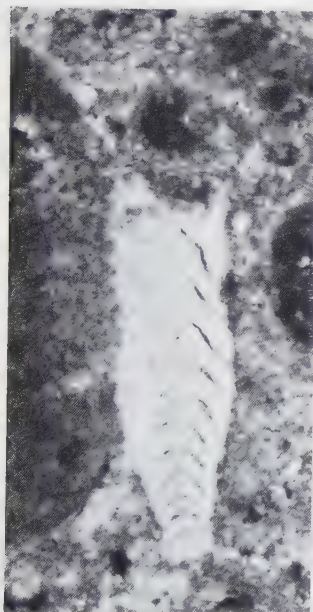
1



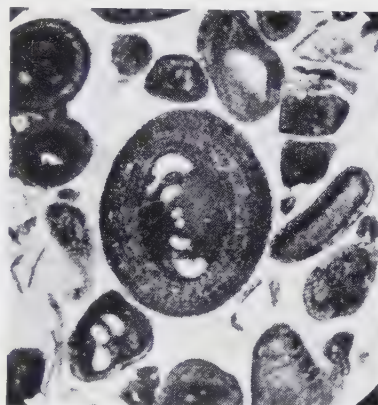
2



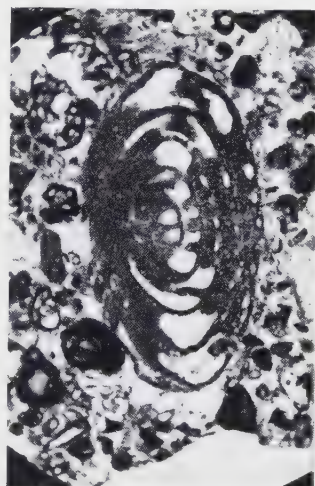
3



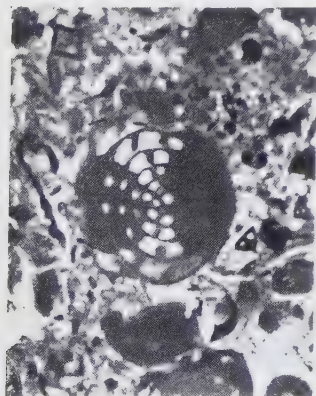
4



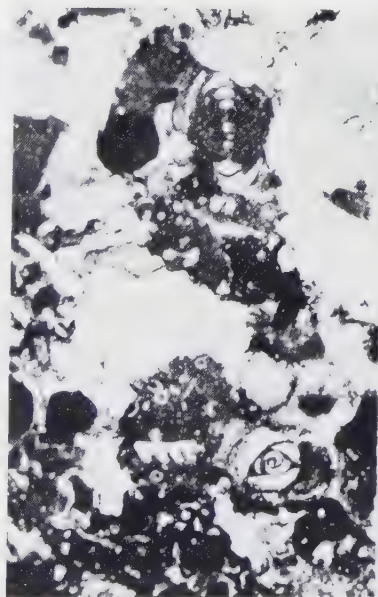
5



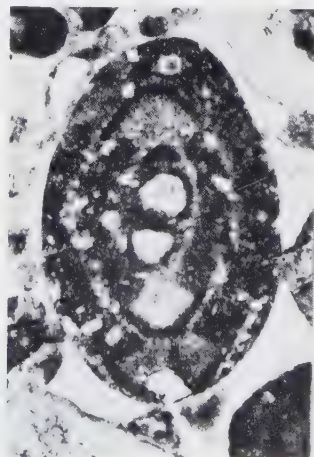
6



7

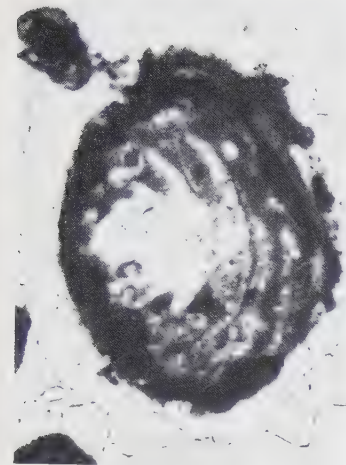


8

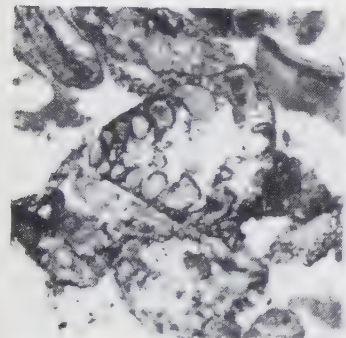


9

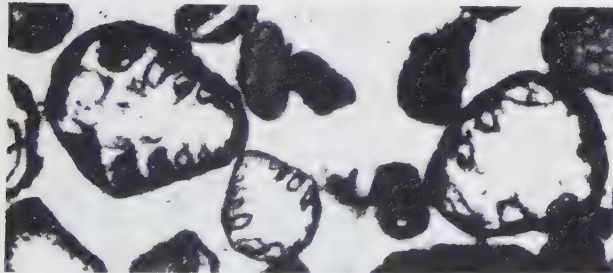
- Fig. 10 Hochkegelige *Trocholina* vom Typus der *T. elongata* (LEUPOLD). — Oolithischer Schrattenkalk. Begleiter: Salpingoporellen, Orbitolinen usw. Gemeinenwies, Säntis-W. — 40x. HEIM, Schl. 31a. 148
- Fig. 11 *Trocholina alpina* (LEUPOLD). — Gewöhnlicher Erhaltungszustand, stark gerollte und angelöste Dreiergruppe. Onkolithischer Malmkalk (Clypeinen, *Conicospirillina* sp.). Klippentithon. Geröll Baarburgnagelfluh (Torton). — 27x. SPECK, Schl. 6.
- Fig. 12 *Trocholina* sp., aff. *alpina* (LEUP.). — Selten guter Erhaltungszustand: zentraler, leicht rekristallisierter Kalkpfropfen mit Überresten der «Draperien» auf der Höhe verschiedener Umgänge, dazu periphere Röhre, die sich an der Kalkspindel emporwindet und deren Hohlraum durch mikrokristallinen, graugetönten Kalzit ausgefüllt ist. Begleiter: *Orbitolinopsis*. Wahrscheinlich Urgon. Erratischer Block. — 45x. ESCHER-HESS, Schl. 325.
- Fig. 13 *Trocholina alpina* (LEUP.). — Tangentialschnitt. Onkolithischer Malmkalk mit glasklarem, grob rekristallisiertem Kalzitcement. Klippenmalm (hohes Niveau: Clypeinen, Pseudocyclamminen!). Nagelfluhgeröll Baarburg (Torton). — 45x. SPECK, Schl. 3.
- Fig. 14—17 *Rotalia* sp. inc., eine neue Form des Schrattenkalks. 155
- Fig. 14 Zweiergruppe, tangential und achsial. Erratischer Schrattenkalk, Tierpark Goldau. — 38.5x. FICHTER, Schl. 345 bis² (Geol. Inst. Basel).
- Fig. 15 Achsialschnitt, zeigt die ausgesprochene Pfeilerung des sehr kräftig entwickelten zentralen Nabelfropfens. Dickwandiges Gehäuse. Herkunft wie Fig. 14. — 45x. Schl. 345 bis¹.
- Fig. 16 Achsialschnitt. Schrattenkalkoolith. Wänneli-N, Säntis-W. — HEIM, Schl. 31, 45x.
- Fig. 17 Äquatorialschnitt der Form. Fig. 14—16. Mit zahlreichen Septen und knopfförmig verdicktem Spiralanfang. Sandiges Urgon mit beginnender Rekristallisation des Zements. Schrattenkalk. Nagelfluh Baarburg (Torton). — 40.5x. SPECK, Schl. 7.
- Fig. 18 *Trocholina* sp. (trochoid), in Gesellschaft von *Involutina* sp. (planspiral), kenntlich an den beidseitigen zentralen Nabelscheiben. Mikroorganismenreicher Adnetherkalk, Kammerker Alpe (Berchtesgaden). Hettange. — 45x. ESCHER-HESS, Schl. 964.
- Fig. 19 Dito. — 45x. ESCHER-HESS, Schl. 1054 (v. gleichen Handstück wie Schl. 964!).



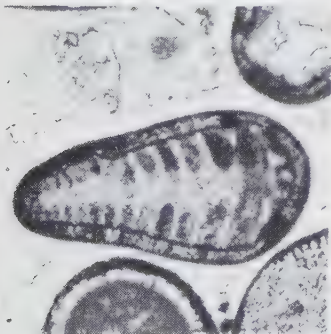
13



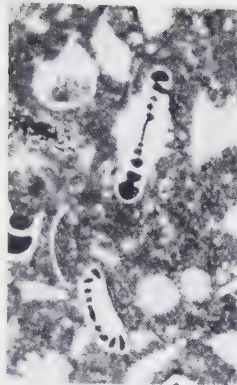
12



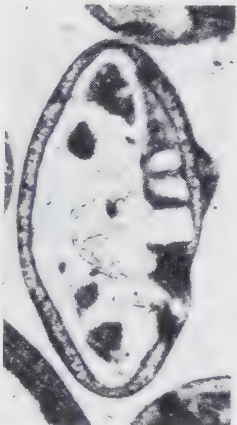
11



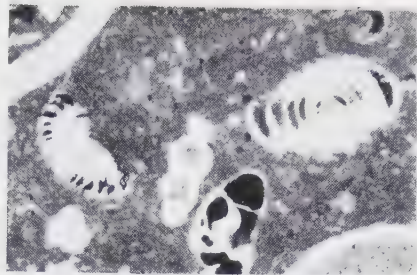
10



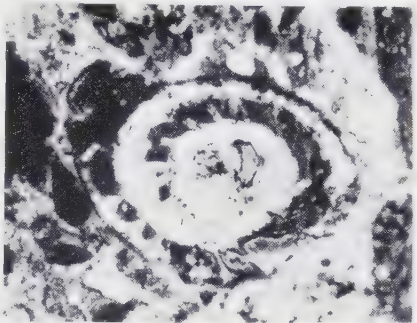
18



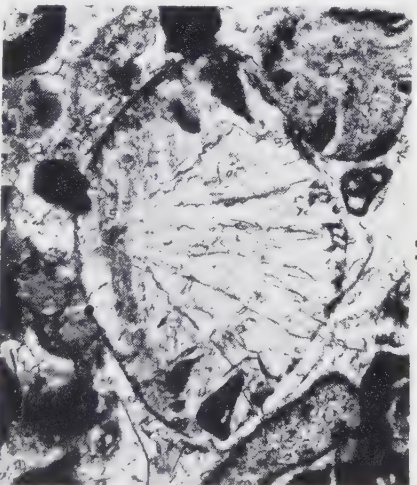
16



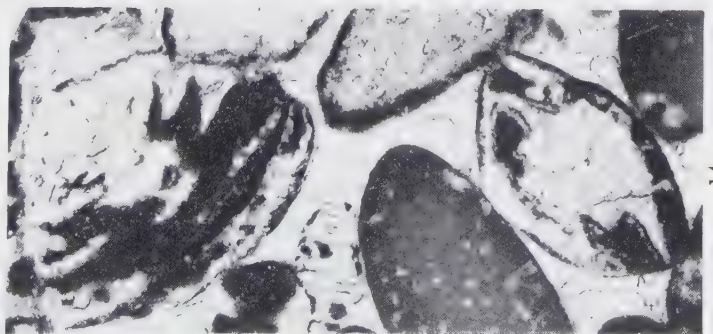
19



17

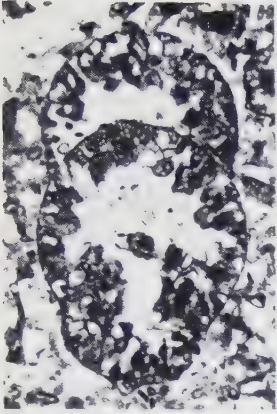


15

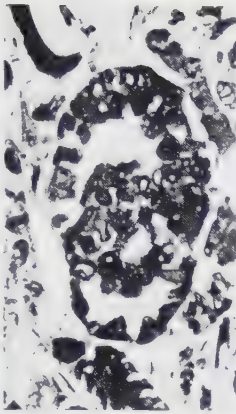


14

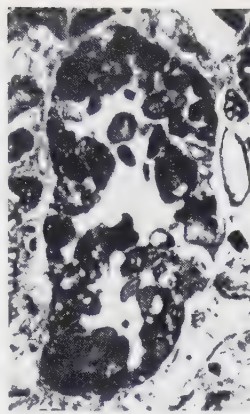
- Seite
- Fig. 20 *Pseudocyclammina*? sp. — Grob agglutinierend, dünne imperforate Außenschicht, Anzeichen labyrinthischer Struktur. Begleiter: Salpingoporellen. Schrattenkalk Säntis. — 18x. ESCHER-HESS, Schl. 123. 158
- Fig. 21 *Pseudocyclammina*? sp. mit *Cuneolina* sp. (mitte unten). Sicheres Urgon, Helvetischer Schrattenkalk. Nagelfluh Baarburg (Torton). — 18x. SPECK, Schl. 4b.
- Fig. 22 *Pseudocyclammina*? sp., gleiche Form wie Fig. 21. — Grobaggglutinierte Wandung aus Kalktrümmern, links unten ein Orbitolinopsisgehäuse eingebaut (Querschnitt). Urgon. Wahrscheinlich Schrattenkalk-Geröll. Baarburgnagelfluh (Torton). — 18x. SPECK, Schl. 7.
- Fig. 23—31 Verschiedene *Orbitolinopsis*-Formen aus Urgonkalken. 158
- Fig. 23 *Orbitolinopsis*? sp., Form a. Zapfenförmiger Längsschnitt, ganz an *Coskinolina* STACHE erinnernd. Oberer Schrattenkalk. Bergsturz Gacht, Churfirsten. — 22.5x. ARN. HEIM, Schl. 80.
- Fig. 24 *Orbitolinopsis*? sp., Form a. Längsschnitt. Schrattenkalk. Gemeinenwies. Säntis-W. — 45x. HEIM, Schl. 31a.
- Fig. 25 *Orbitolinopsis* sp., Form b. Bienenkorb-Typus, mit bezeichnender schachbrettartiger Dreiecksmusterung im Kegellinnern. Grumeleux-Urgon. Helvetischer Schrattenkalk. Nagelfluh Baarburg (Torton). — 45x. SPECK, Schl. 79a.
- Fig. 26 *Orbitolinopsis* sp., Querschnitt. Vermutlich zu Formtypus b gehörig. Radialsepten z. T. in Verbindung mit Zentrum, z. T. frei endigend. Von Ooidhülle umgeben. — Oolithischer Schrattenkalk, Wänneli-W, Säntis-W. — 40.5x. HEIM, Schl. 31.
- Fig. 27 *Orbitolinopsis* sp., wahrscheinlich Querschnitt der Form a, Fig. 23—24. Grumeleux-Urgon. Oberer Schrattenkalk, Seewen (Kt. Schwyz). — 45x. ESCHER-HESS, Schl. 1131.
- Fig. 28 *Orbitolinopsis* sp., Form c. Halbkugeltyp. Längsschnitt. — Grumeleux-Urgon (mit Salpingoporellen). Helvetischer Schrattenkalk. Nagelfluhgeröll Baarburg (Torton). — 57x. SPECK, Schl. 82.
- Fig. 29 Dito, Querböden undeutlich. «logettes en quinconce»-Bau. — Derselbe Schliff wie Fig. 28. — 45x.
- Fig. 30 *Orbitolinopsis* sp., Form c?, Längsschnitt. Trochoid-spiraler Anfang. Oberer Schrattenkalk. Fahrweg Rankweil-Übersaxen (Vorarlberg). — ca. 47x. SCHAAD, Schl. 68.
- Fig. 31 *Orbitolinopsis* sp. Typische Musterung «en quinconce». Sichere Makrosphäre. Grumeleux-Urgon. Helvetischer Schrattenkalk. Nagelfluhgeröll Baarburg (Torton). — 45x. SPECK, Schl. 79b.
- Fig. 32 *Cuneolina* sp. — Querschnitt. Mit textulariaähnlich alternierenden Logen. Innenraum durch Septensystem unterteilt. Arenazisch. Sandiges Urgon. Wahrscheinlich helvetischer Schrattenkalk. Nagelfluhgeröll Baarburg (Tort.). — 18x. SPECK, Schl. 4b.
- 164



20



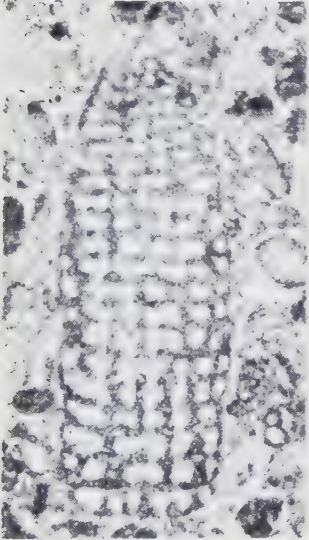
21



22



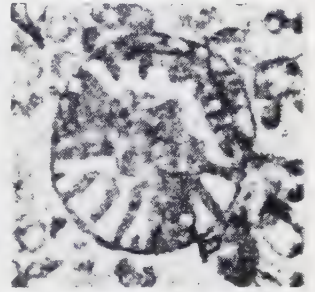
23



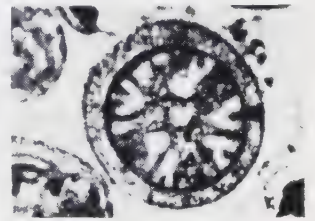
24



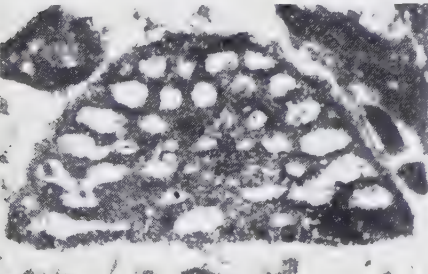
25



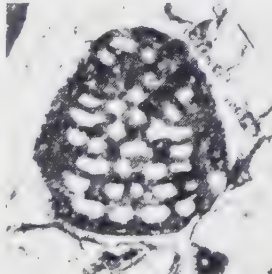
26



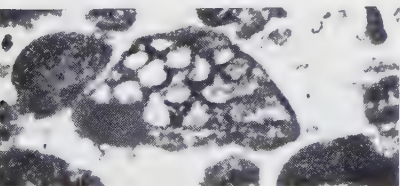
27



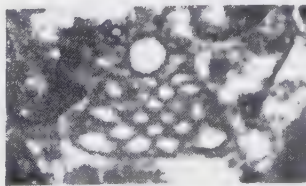
28



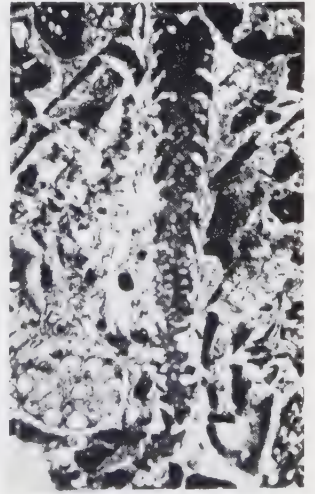
30



29

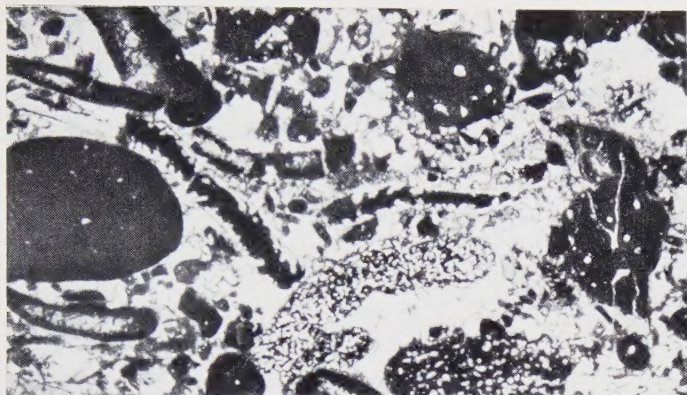


31



32

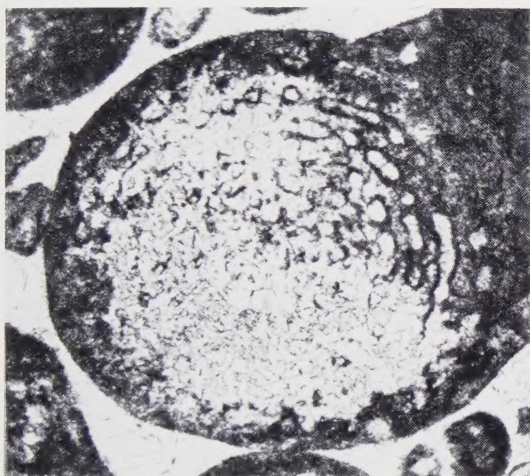
- | | |
|---|-------|
| | Seite |
| Fig. 33 <i>Cuneolina</i> sp. — 2 Individuen, gleiche Art wie Fig. 32. Begleitformen: Orbitolinen, Milioliden. Sandiger Orbitolinenkalk mit schon makroskopisch erkennbaren Orbitolinen. Südhelvetisches Urgon. Nagelfluhgeröll Baarburg (Torton). — Ca. 15x. SPECK, Schl. 76a. | 164 |
| Fig. 34 <i>Globotruncana lapparenti coronata</i> BOLLI. — Mit <i>Globigerina</i> sp. und <i>Inoceramentum</i> rümmern. Globotruncanensandkalk, Typus Wäggital. Nagelfluhgeröll Baarburg (Torton). Heimat: südhelvetischer-nordpenninischer Oberkreideflysch. — 45x. SPECK, Schl. 102b. | 51 |
| Fig. 35 Problematikum: Foraminifer oder Hydrozoenkolonie? — Onkolithischer Malmkalk mit Glaszement, Trocholinen, Milioliden usw. Komponente im Mokauskonglomerat des Torrent de Nairvaux (Waadtländer Alpen). Cenoman der Simmendecke. — 45x. SPECK, Schl. 10. | 165 |
| Fig. 36 Dito. Spiralig aufgewunden, mit großer Anfangskammer, stark rekristallisiert. Derselbe Schliff wie Fig. 35. — 27x. | |
| Fig. 37 Dito. Gleicher Schliff wie Fig. 35, 36. — 45x. | |
| Fig. 38 Problematikum: <i>Cuneolina</i> ?, <i>Textulariella</i> ? — Schrattenkalk. Wänneli-Gemeinenwies. Säntis-W. — 45x. HEIM, Schl. IX. | 161 |
| Fig. 39 <i>Globotruncana</i> aus der <i>lapparenti</i> -Gruppe. — Im B i n d e m i t t e l einer feinkörnigen, graugelben M o k a u s a b r e k z i e. Alter der Mokausagefälle dadurch als Oberkreide festgelegt (Turon z. T.). Rigikulm. Bunte Riginagelfluh (Chatt). 45x. SPECK, Schl. 89. | 109 |
| Fig. 40 <i>Siderolites heracleae</i> ARNI. — Schiefer Schnitt. Siderolitesbrekzie vom Typus Wäggital. Begleiter: Globotruncanen der <i>lapparenti</i> -Gruppe. Nagelfluhgeröll Baarburg (Torton). — 27x. SPECK, Schl. 101a. | 50 |



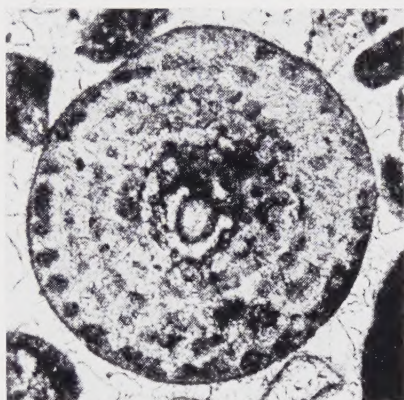
33



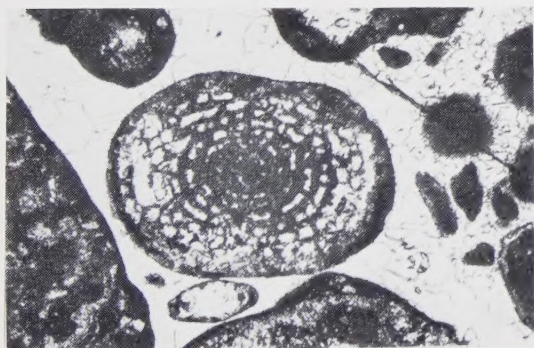
34



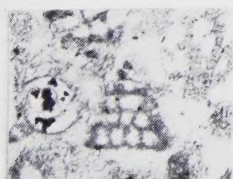
35



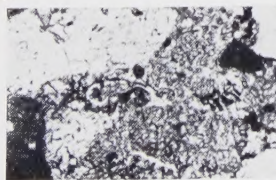
36



37



38



39



40

